GHEORGHE STANCIULESCU

$\frac{\lambda}{2}$

Antene pentru traficul de radioamatori

EDITURA SPORT-TURISM



GHEORGHE STĂNCIULESCU

ANTENE PENTRU TRAFICUL DE RADIOAMATOR



Coperta de: CONSTANTIN GULUȚA

Consultant științific: ing. LIVIU MACOVEANU

Ing. GHEORGHE STĂNCIULESCU
MAESTRU AL SPORTULUI
YO3DZ

ANTENE PENTRU TRAFICUL DE RADIOAMATORI



EDITURA
SPORT—TURISM
1977



CAPITOLUL I

Propagarea undelor electromagnetice

Undele electromagnetice se propagă traversînd aerul, materialele izolante sau spaţiile dintre planete, cum o demonstrează comunicaţiile radio şi de televiziune, ca şi reflexiile de pe Lună sau Venus, ori recepţia semnalelor emise de sateliţii artificiali. Numai materialele bune conducătoare de electricitate formează suprafeţe ce pot reflecta undele electromagnetice, oprindu-le din drumul lor.

În mod obişnuit propagarea undelor electromagnetice se compară cu cea a cercurilor concentrice ce se formează la suprafaţa apei, în jurul punctului de cădere al unei pietre, depărtîndu-se de el. Această imagine nu este corectă, dacă ţinem seama de faptul că undele electromagnetice se propagă în spaţiu, care este tridimensional, sub forma unor sfere concentrice ce se măresc continuu. Prezenţa solului limitează acest fenomen şi îi dă un caracter emisferic (sub rezerva fenomenelor de reflexie provocate de sol).

Vom reţine analogia cu cercurile concentrice de la suprafaţa apei pentru a ne aminti de noţiunea de *lungime de undă*, care este distanţa dintre două creste ale ondulaţiilor succesive, şi cea de *frecvenţă*, corespunzînd numărului de creste ce trec prin dreptul unui reper fix într-un timp dat (în general pe durata unei secunde).

Undele electromagnetice se propagă în spaţiu cu aceeaşi viteză ca lumina, respectiv 299 820 km/s, după determinări precise, sau, aşa cum folosim în mod curent în calculele noastre, rotunjit, 300 000 km/s, ceea ce conduce la relaţiile cunoscute :

$$\lambda = 300/f \text{ şi } f = 300/\lambda$$

unde exprimăm lungimea de undă λ în metri, şi frecvenţa f în megaherţi (milioane de cicli pe secundă). În cazul notării frecvenţei f în kiloherţi, înlocuim 300 cu 300 000.



Orice undă electromagnetică este formată dintr-o componentă electrică și una magnetică, orientate totdeauna perpendicular una pe cealaltă, raportînd polarizarea undei la orientarea componentei electrice.

O antenă verticală care emite radiază o undă cu polarizare verticală, iar una așezată orizontal radiază o undă cu polarizare orizontală. Totuși, în cazul undelor scurte, planul de polarizare al undei se poate roti cu 90° înainte de a reveni la o polarizare normală în plan vertical, în cursul unor trasee lungi, cuprinzînd una sau mai multe refracții în ionosferă.

Antena este în esență elementul de transfer al energiei de radiofrecvență între emițător sau receptor și mediul de propagare.

Undele kilometrice (unde lungi)

Undele kilometrice, mai ales cele cuprinse în gama de radiodifuziune, se propagă în condiții aproape identice atît ziua cît și noaptea, ocolesc obstacolele prin fenomene de difracție. Acea parte din energia de radiofrecvență care se propagă la suprafața solului, reprezentînd unda directă, străbate spațiul în condiții bune atît ziua cît și noaptea. Din contră, energia radiată vertical este în cea mai mare parte pierdută. De aceea, în cazul acestor unde se construiesc antene de emisie care să favorizeze radiația orizontală.

Undele hectometrice (unde medii)

In cazul acestor unde, energia propagată la suprafața solului, respectiv unda directă, este absorbită de sol cu atît mai mult cu cît lungimea de undă scade. În general, unda directă este total atenuată la cîteva sute de kilometri prin absorbția produsă de diferitele obstacole apărute în cale.

Pe de altă parte, energia radiată oblic și vertical și reprezentînd undele indirecte, odată cu apusul soarelui și căderea nopții, este reflectată de unele straturi ale ionosferei și se întoarce la suprafața solului la mii de kilometri de emițător. Aceasta este explicația faptului că seara, pe scala receptorului de radio, pe unde medii se pot recepționa numeroase stații de radio, de la distanțe mari, și care ziua nu se pot recepționa.

Această reflecție dă naștere însă, în zone în care acționează și unda directă de la emițător, și unui fenomen neplăcut. În unele puncte din această zonă peste unda directă se suprapune cea

indirectă, provenită prin reflecția în ionosferă. Ca urmare a distanței mai mari parcurse, unda indirectă sosește uneori defazată față de unda directă, iar alteori, în fază cu aceasta. Apare astfel o slăbire periodică a semnalului de radiofrecvență, alternînd cu creșteri ale intensității semnalului, fenomen cunoscut sub denumirea de „feding" și care provoacă distorsiunile semnalului, însoțite de reducerea pînă la zero a inteligibilității. Fenomenul se atenuează pînă la dispariție în momentul în care intensitatea undei indirecte (reflectată) este mult mai mare ca a undei directe.

Undele decametrice (unde scurte)

Cuprind undele electromagnetice cu lungimea de undă între 10 și 100 m (frecvența de 3 MHz pînă la 30 MHz) și, respectiv, benzile de radioamatori de la 10 la 80 m (28 MHz pînă la 3,5 MHz). Pentru ele, unda directă ce se propagă la suprafața solului este absorbită rapid de obstacolele terestre, indiferent de puterea emisă. În această gamă prezintă interes undele reflectate (indirecte). Ca regulă generală, reflecția undelor electromagnetice se petrece ca în fig. 1 în straturile ionizate ale atmosferei (în ionosferă). Prima apariție a undei indirecte la suprafața solului are loc în punctul R_1, de unde poate avea loc o reflexie pe sol și apoi o alta, din nou în straturile ionizate, unda indirectă apărînd iarăși (desigur atenuată), dar în punctul R_2.

Propagarea undelor decametrice este direct dependentă de modificările de densitate și altitudine, în timp, ale diferitelor straturi ionizate: un strat sporadic E la 100—110 km de suprafața solului, un strat F la circa 300 km înălțime, pe timpul nopții, care

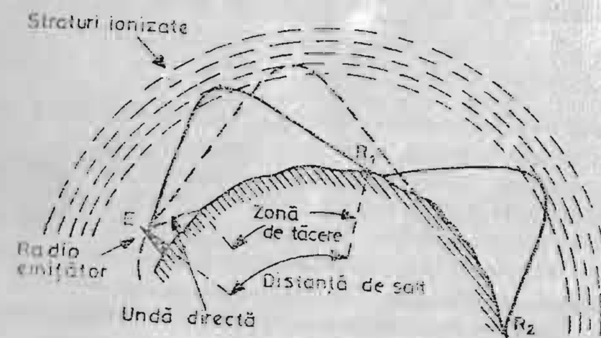


FIG. 1

se divizează în zilele de vară într-un strat F_1, la circa 225 km, și un strat F_2, la circa 320 km. În zilele de iarnă se limitează la un singur strat ionizat, la circa 225 km.

Între 60 și 100 m lungime de undă propagarea devine interesantă în cursul nopții, permițînd legături la mii de kilometri.

După condițiile de moment, undele cuprinse între 40—50 m asigură transmisii ziua pe distanțe pînă la cîteva sute de kilometri, distanțe ce se pot întinde în cursul nopții și spre dimineață pînă la mii de kilometri.

Către 20—30 m saltul se mărește și, la anumite ore ale zilei, se pot face cu regularitate legături la distanțe mari, pînă la antipozi.

Sub lungimea de undă de 20 m mărimea unghiului de reflexie poate împiedica unda reflectată să mai întîlnească suprafața solului, odată cu venirea nopții sau chiar în cursul zilei, pentru undele cu lungimea de undă de circa 10 m, în perioadele de ionizare redusă (cauzate de erupții solare, radiații corpusculare etc.).

Undele metrice

În domeniul undelor metrice (aici găsim emisiunile de televiziune și de radiodifuziune cu modulație de frecvență) transmisia se bazează pe unda directă, fără a conta pe reflexii în ionosferă și, ca urmare, se poate conta pe o propagare stabilă. Totuși, unda directă nu poate fi recepționată decît pînă la limita vizibilității între antena emițătorului și cea a receptorului, sau puțin mai departe, ca urmare a fenomenului de difracție.

Dacă H_1 și H_2 sînt înălțimile celor două antene față de sol, distanța limită D (în km) este practic de ordinul:

$$D = 4{,}1\ (H_1 + H_2)$$

În gama undelor metrice, legături radio la mai multe mii de kilometri se obțin grație reflexiilor sporadice din ionosferă, în zonele ionizate de aurora boreală sau, destul de rar, ca urmare a formării pe scurtă durată a unor straturi ionizate între pături de aer cu temperaturi diferite. Dar toate acestea fiind accidentale, propagarea constantă se realizează numai pe unda directă.

Din această cauză, planul de polarizare nu se modifică, ceea ce impune folosirea la recepție a unei antene cu aceeași polarizare (orizontală sau verticală) ca a antenei de emisie.

CAPITOLUL II

Principalele caracteristici ale antenelor

Antenele se prezintă în general sub forma unui conductor sau a mai multor conductoare ridicate și suspendate la diferite înălțimi și avînd legătură electrică cu emițătorul sau receptorul.

Rezultatele obținute sînt cu atît mai bune cu cît antena este suspendată mai sus și degajată de obiectele înconjurătoare.

În cele mai multe cazuri antena este completată de o priză de pămînt, care reprezintă punctul cu potențial zero de radiofrecvență. Antenele pot fi obișnuite, neacordate, folosite în general la radioreceptoare, sau acordate.

În primul caz, antena se comportă aproape la fel pentru toate frecvențele recepționate, asemănător cu un dop de plută aflat pe apă și căruia trecerea unor valuri îi imprimă o deplasare pe verticală, pe care o urmează pasiv.

În cel de-al doilea caz, putem compara antena cu un geam de o anumită dimensiune, care vibrează la trecerea unei camionete, dar rămîne inert la trecerea unui camion de mare tonaj. Apare în acest caz fenomenul de rezonanță, vibrațiile generate de trecerea camionetei corespunzînd perioadei proprii de vibrație a geamului. În același mod, antena acordată pe o anumită frecvență, pe care vrem să o favorizăm, își îmbunătățește considerabil performanțele atît la recepție cît și la emisie.

La începuturile radiotehnicii, cînd aparatele de recepție, datorită simplității lor, solicitau din antenă o energie de radiofrecvență însemnată și cînd încă nu era generalizată introducerea circuitelor de acord uzuale astăzi, se utiliza acordarea antenei prin circuite auxiliare, tocmai pentru ca aceasta să intre în rezonanță cu frecvența postului recepționat. Pe măsură însă ce receptoarele s-au perfecționat, nu s-a mai simțit imperativ nevoia acordării antenei, și astfel, antenele de recepție obișnuite au devenit co-



lectoare de undă pasive, neacordate, ale căror dimensiuni fizice şi electrice depind mai mult de locul de instalare decît de gamele de frecvenţă recepţionate.

Frecvenţa de rezonanţă, respectiv de vibraţie, reprezintă o caracteristică a oricărei antene şi are ca echivalent mecanic fie o coardă întinsă între două puncte, fie o tijă metalică fixată la unul din capete, în care în cazul vibraţiei apar ventre şi noduri. Astfel, dacă ciupim o asemenea coardă, fixată la extremităţi, capetele sale rămîn nemişcate (noduri), în timp ce partea centrală vibrează, prezentînd un maxim de amplitudine la mijloc (ventru). Aspectul instantaneu al corzii şi cel din timpul maxim al oscilaţiei ne sugerează o semiperioadă a sinusoidei şi, din această cauză, spunem că este vorba de o oscilaţie în jumătate de lungime de undă (semiundă).

Din contră, în cazul tijei metalice fixată la unul din capete vom avea un nod la punctul de fixare şi un ventru la vîrful tijei, care atinge amplitudinea maximă a oscilaţiei. Astfel, aceasta nu echivalează decît cu jumătatea unei semiunde, respectiv cu un sfert de perioadă sau un sfert de lungime de undă.

În ceea ce priveşte curenţii de radiofrecvenţă, trebuie să adăugăm că fiecărui nod de intensitate îi corespunde un ventru de tensiune şi invers, fiecărui ventru de intensitate îi corespunde un nod de tensiune.

Modul de oscilaţie al antenelor poate fi scos în evidenţă la emisie.

Excitînd antena, conectată la pămînt, pe lungimi de undă din ce în ce mai scurte, vom întîlni succesiv următoarele situaţii.

— Oscilaţia fundamentală într-un sfert de lungime de undă (λ/4), reprezentată în fig. 2a.

— Oscilaţia în trei sferturi de lungime de undă (3 λ/4), reprezentată în fig. 2b.

— Oscilaţia în cinci sferturi de lungime de undă (5 λ/4), reprezentată în fig. 2c.

În acelaşi mod vom găsi o serie de multipli impari ai oscilaţiei fundamentale în λ/4.

În aceste cazuri, repartiţia undelor staţionare nu admite decît un nod de intensitate (ventru de tensiune) la vîrful antenei şi un ventru de intensitate (nod de tensiune) la punctul conectat la pămînt şi care corespunde unui potenţial zero.

În toate cazurile cînd antena este legată la sol, se formează o imagine reflectată a acesteia pe sol, aşa cum este reprezentat în fig. 2 a.

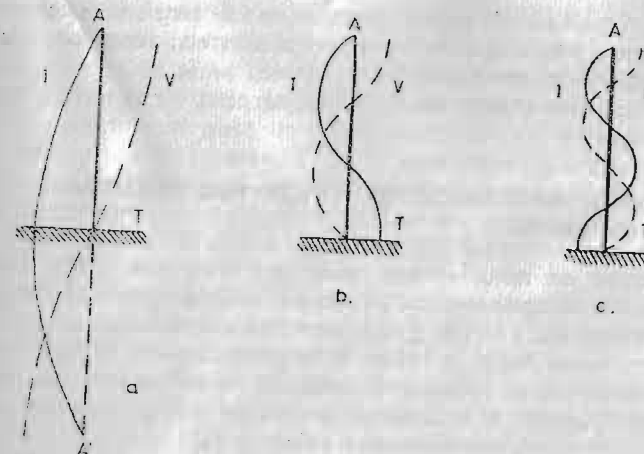


FIG. 2

În cazul antenei care nu este conectată la sol — fie verticală sau orizontală — nu putem avea decît noduri de intensitate la cele două extremităţi ale firului, prinse de izolatori, oscilaţia fundamentală a acestuia fiind în jumătate de lungime de undă λ/2 (fig. 3a).

Pentru o asemenea antenă, oscilaţiile armonice posibile sînt în 2 λ/2 lungime de undă (fig. 3b), în 3 λ/2 (fig. 3c), în 4λ/2, respectiv 2λ (fig. 3d) etc. Observăm că pentru oscilaţia fundamentală

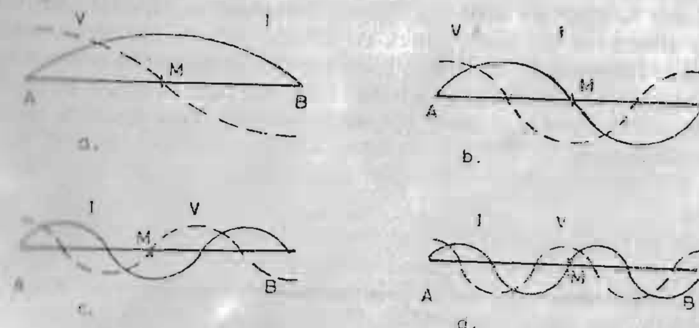


FIG. 3

în $\lambda/2$ şi multiplii săi impari, avem un nod de tensiune la centrul M al antenei, iar pentru multiplii pari ai acesteia, avem un ventru de tensiune în acest punct.

Şi la aceste antene există o imagine electrică simetrică reflectată pe sol.

Lungimea fizică şi lungimea electrică a antenei

Funcţie de natura materialului din care este confecţionată, antena nu se comportă ca un model ideal, lungimea sa electrică necorespunzînd exact lungimii fizice ; de exemplu, un fir de 20 m lungime nu va oscila în $\lambda/2$ pe o lungime de undă de 40 m, ci, în realitate, în jurul lungimii de undă de 42 m, datorită aşa-ziselor „efecte de capăt" la izolatoarele terminale, care provoacă o „alungire electrică" a conductorului de circa 5%.

Pentru a obţine rezonanţa pe lungimea de undă de 40 m (7,5 MHz), lungimea antenei în jumătate lungime de undă ($\lambda/2$) se determină cu formula $L = 143/f$, în care L = lungimea de undă în metri, iar f = frecvenţa în MHz, şi vom găsi lungimea de 19,06 m.

În acelaşi mod, lungimea fizică a unui conductor oscilînd în sfert de lungime de undă ($\lambda/4$) poate fi calculată din formula $L = 71{,}5/f$.

Rezistenţa şi impedanţa de radiaţie

Aceste două noţiuni pot fi mai bine înţelese în cazul cînd antena este folosită la emisie. Să presupunem că un conductor în jumătate lungime de undă (fig. 4) este întrerupt la mijloc în punctul M şi alimentat în acest punct cu un curent de radiofrecvenţă. În ciuda formei sale rectilinii, conductorul va prezenta o anumită inductanţă şi o anumită capacitate, care vor face să apară în acest punct o reactanţă inductivă şi una capacitivă, care justifică ideea unei impedanţe.

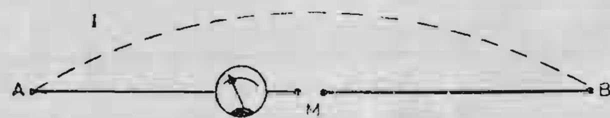


FIG. 4

Faptul este valabil pentru toate frecvenţele, afară de frecvenţa de rezonanţă a conductorului, în care caz cele două reactanţe devin egale şi de semn contrar, anulîndu-se reciproc. Astfel, în cazul frecvenţei de rezonanţă rămîne numai aspectul rezistiv al antenei. Dacă vom plasa un ampermetru termic în antenă, în imediata apropiere a punctului M, şi vom alimenta antena cu un curent de radiofrecvenţă pe frecvenţa de rezonanţă, vom putea măsura intensitatea curentului în ventrul de curent.

Să presupunem că acesta reprezintă 0,7 A pentru o putere de radiofrecvenţă de 36 W aplicată antenei şi care este disipată de aceasta. Utilizînd formula cunoscută din legea lui Joule $W = RI^2$, vom vedea că totul se petrece ca şi cum cei 36 W se transformă în căldură, într-o rezistenţă de 73 ohmi.

Or, rezistenţa firului din care este confecţionată antena nu depăşeşte o zecime de ohm, ceea ce ne face să gîndim că cei 73 ohmi calculaţi mai înainte reprezintă cu totul altceva decît rezistenţa ohmică a conductorului şi anume „rezistenţa de radiaţie" care defineşte într-un fel valoarea cuplajului dintre antenă şi mediul înconjurător.

La recepţie este dificil să păstrăm termenul de „rezistenţă de radiaţie", deoarece antena nu radiază, ci, din contră, captează energia de radiofrecvenţă. În acest caz, corect vom putea spune că există o „impedanţă a antenei de 73 ohmi, la rezonanţă".

De remarcat că tot ceea ce am expus mai sus este valabil numai în cazul legăturii la antenă într-un punct corespunzînd unui ventru de intensitate. În afară de acesta, impedanţa creşte peste 73 ohmi, pe măsură ce ne depărtăm de ventru, pentru a atinge valori pînă la cîteva mii de ohmi în nodurile de intensitate.

Influenţa solului

În practică, antena este totdeauna întinsă în vecinătatea solului. Acesta, mai mult sau mai puţin bun conducător, după natura sa, reflectă energia de radiofrecvenţă radiată de antenă, astfel încît aceasta revine să excite antena cu o întîrziere ce depinde de distanţa dintre antenă şi sol, exprimată funcţie de lungimea de undă.

Astfel, pentru o antenă situată la jumătate lungime de undă deasupra solului, întîrzierea undei reflectate este exact de două jumătăţi de undă, astfel că energia reflectată se prezintă în fază cu curentul de radiofrecvenţă din antenă şi „întăreşte" radiaţia în plan vertical.



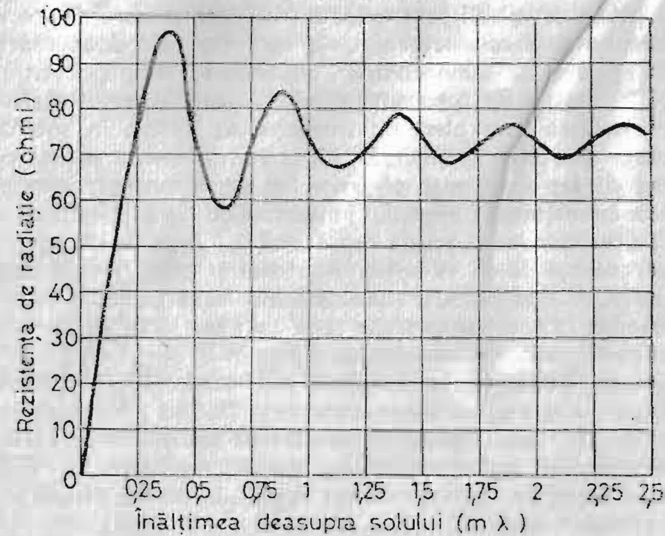


FIG. 5

La diferite înălțimi ale antenei față de sol corespund diferite valori ale defazajului între curenții din antenă și cei reflectați de sol, care se traduc prin variații ale rezistenței de radiație a antenei, așa cum este arătat în fig. 5.

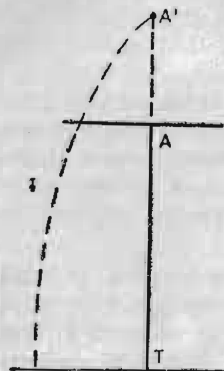


FIG. 6

Înălțimea eficace

După cum o antenă cuprinde părți verticale, orizontale sau oblice, proprietățile sale de radiație sau colectare nu sînt aceleași pentru aceeași lungime de conductor folosită. De aceea se utilizează noțiunea de „înălțime eficace" a antenei pentru a indica performanțele sale.

Mijlocul cel mai curent de a crește înălțimea eficace a unei antene verticale

este de a conecta la capătul său superior o continuare orizontală în formă de L întors, de T etc.

La emisie, curba de intensitate în radiofrecvență într-o asemenea antenă, numită „cu capacitate terminală", ia aspectul arătat în fig. 6.

Vedem că această intensitate nu este egală cu zero în punctul A, iar repartiția undelor staționare corespunde celei a unei antene verticale, a cărei înălțime a fost ridicată de la A la A'.



Antenele obișnuite

Sub această denumire vom examina diferite tipuri de antene utilizate în mod obișnuit drept „colectoare de unde" la aparatele de radiorecepție.

Antene exterioare

Teoretic, o antenă cu cît este mai lungă și mai înaltă, cu atît captează mai multă energie de radiofrecvență. Practic, însă, dimensiunile și înălțimea antenelor sînt limitate atît de spațiul util pentru montare, cît și de sensibilitatea radioreceptoarelor.

Antena ideală este formată dintr-un fir vertical, ridicat cît mai sus posibil și degajat cît mai bine, însă în realitate condițiile ce pot fi asigurate sînt departe de cele ideale. Aceasta nu ridică totuși probleme, dată fiind sensibilitatea mare a radioreceptoarelor moderne, care pot funcționa satisfăcător și cu antene improvizate.

Numai în cazul radioreceptoarelor simple, cu o singură diodă semiconductoare, antena va trebui să aibă obligatoriu dimensiunea peste 10 m și să fie bine degajată, constituind singura sursă de radiofrecvență.

În general, montarea antenelor se face întinzînd unul sau mai multe conductoare orizontale între două suporturi, dînd preferință soluției care permite cea mai bună degajare a antenei de obiectele înconjurătoare (clădiri, pomi, construcții metalice) și în special de cele din materiale bune conducătoare de electricitate.

În cazul cînd trebuie să utilizăm catarge de lemn, acestea vor fi fixate și rigidizate prin cabluri prinse la mijlocul catargului și fixate în jurul acestuia. Pentru a evita pe cît posibil absorbția undelor radio, aceste cabluri vor fi întrerupte cu izolatoare în mai multe segmente.

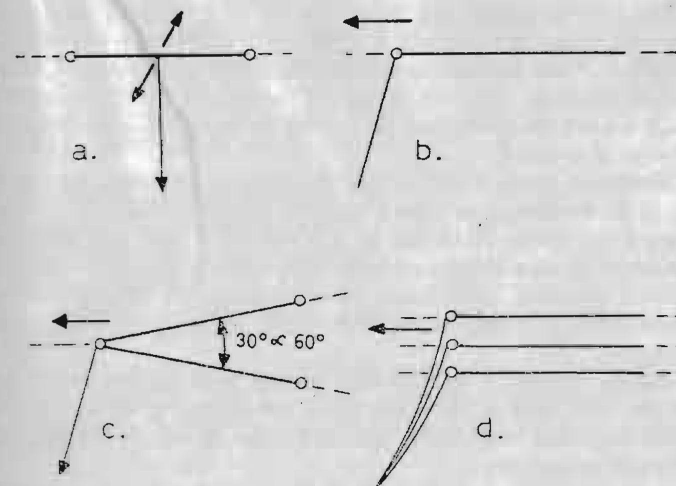


FIG. 7

Nu se recomandă folosirea arborilor ca suporți de antenă, deoarece balansul lor, datorită vînturilor, poate duce la ruperea antenei, iar montarea de resorturi elastice la capete este destul de dificilă și nu poate compensa în toate cazurile acest balans.

Legătura dintre conductorul orizontal al antenei și radioreceptor se face prin intermediul „cablului de coborîre", al cărui punct de conectare la conductorul orizontal determină formele diferite ale antenei, așa cum sînt prezentate în fig. 7:

— antena în T, fig. 7 a
— antena în L, fig. 7 b
— antena în V, fig. 7 c
— antena multifilară, în 7 d.

Săgețile din figură arată direcțiile favorizate de aceste tipuri de antene atît în cazul radiorecepției, cît și al radioemisiei.

Instalarea și izolarea antenelor

Conductorul cel mai potrivit pentru antene este cel de cupru semidur, care nu prezintă inconvenientul cuprului obișnuit, fie chiar și emailat, de a se întinde la tracțiune. Cuprul cositorit prezintă avantajul unei rezistențe deosebite la factorii atmosferici.

Cablurile torsadate sau împletite nu sînt recomandabile, deoarece oxidarea superficială a conductoarelor împletite după o perioadă de timp izolează aceste conductoare unul de altul, transformînd traiectul original, drept, al curentului de radiofrecvență într-un traiect de elice, mai lung, ceea ce modifică ușor frecvența de lucru a antenei.

Diametrul conductorului ales depinde de distanța dintre suporți și de tensiunea pe care o aplicăm conductorului. În general, diametre cuprinse între 1,5 și 2,5 mm sînt cele mai potrivite.

În cazul în care sîntem obligați să aplicăm o tracțiune mecanică puternică antenei, vom folosi conductoarele de bronz fosforos, întrebuințate în telefonie, care prezintă cea mai mare rezistență la alungire.

Izolarea antenei la extremități se face prin izolatoare de porțelan de care vom prinde cele două conductoare, ca în fig. 8 b, aceasta asigurînd menținerea antenei chiar în cazul cînd unul din izolatoare se sparge.

În practică folosim două pînă la patru izolatoare, pentru a obține o bună izolare a antenei chiar și în cazul depunerilor de zăpadă sau polei. La emisie, unde izolarea trebuie să fie realizată corespunzător, vom folosi izolatoare Pyrex, de felul celor din fig. 8 c, avînd lungimea de 60—100 mm, montate cîte două sau trei, în serie, ceea ce va asigura o izolare corespunzătoare.

Legătura la suporturi se face folosind fie coardă gudronată, fie, pentru o mai mare siguranță, conductor de cupru similar cu cel folosit la antenă, care va fi divizat în segmente mici prin montarea mai multor izolatoare de porțelan.

Cablul de coborîre trebuie depărtat de ziduri sau alte obiecte înconjurătoare, iar introducerea lui în interiorul imobilului se va face prin intermediul unei pipe de porțelan, care străbate percazul unei uși sau al unui geam.

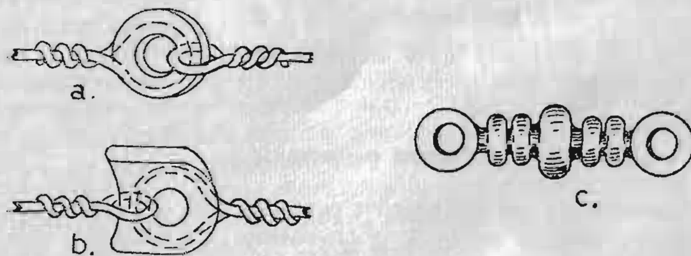


FIG. 8

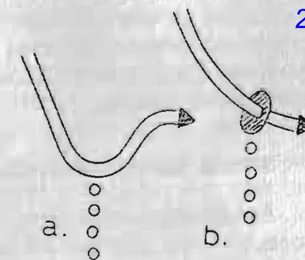


FIG. 9

Pentru cablul de coborîre putem folosi același conductor ca și pentru partea orizontală a antenei sau cablu izolat în cauciuc, de tipul folosit la circuitele de înaltă tensiune din instalația electrică a autoturismelor.

Pentru antenele destinate în exclusivitate radiorecepției este suficientă folosirea unui asemenea cablu, care elimină pipa de porțelan recomandată, putînd fi introdus direct prin rama de lemn a geamului.

Pentru a evita ca apa provenită de la ploaie să se prelingă pe cablul de coborîre pînă la pervazul străbătut, putem îndoi cablul de coborîre ca în fig. 9 a, sau monta pe cablu un disc de ebonită ca în fig. 9 b.

Protecția contra descărcărilor electrice din atmosferă

Atunci cînd antena este înaltă și bine degajată, se poate încărca ușor cu sarcini electrice din atmosferă sau chiar poate fi lovită de trăsnet. De aceea, apare nevoia folosirii unui comutator de antenă (fig. 10 a), montat între antenă și priza de pămînt, sau

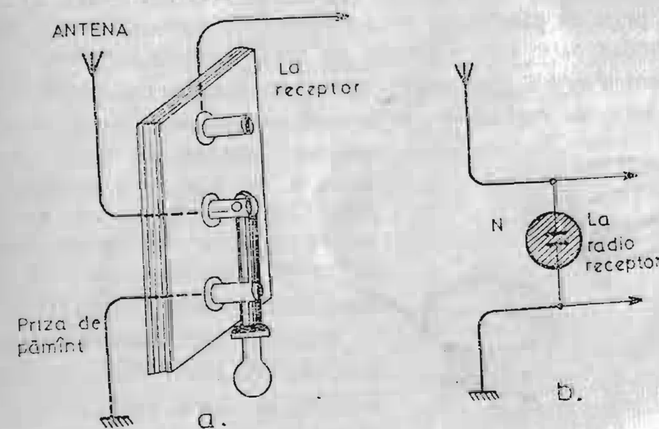


FIG. 10

a unui bec cu neon, montat între antenă și priza de pămînt (fig.10 b), capabil să asigure trecerea unui curent de cîțiva zeci de miliamperi, în cazul apariției unei tensiuni periculoase, care provoacă aprinderea tubului.

Priza de pămînt. Contragreutatea

Antenele pe care le utilizăm au nevoie — pentru a funcționa corect — de o priză de pămînt. În principiu, pentru realizarea unei bune prize de pămînt vom alege o porțiune de sol care stă cît mai mult timp umedă (ex. : porțiunile de sol așezate sub burlanele de scurgere), în care vom îngropa cît mai adînc posibil (cel puțin 50 cm adîncime) o suprafață de 1 sau 2 metri pătrați de plasă din sîrmă galvanizată sau, de preferință, din cupru, ori o bandă metalică de cel puțin 20 decimetri pătrați.

În prealabil vom suda pe marginea plasei sau pe banda metalică două conductoare din cupru, cu diametrul 2 mm, pe care le vom răsuci împreună și le vom aduce pe traiectul cel mai scurt la radioreceptor sau radioemițător. Se recomandă ca, în jurul grilajului sau al benzii, să punem cărbune cocs, după care așezăm la loc pămîntul.

O bună priză la pămînt o putem obține introducînd o placă metalică în apa dintr-un puț sau într-un curs de apă. Vom evita însă folosirea, în acest mod, a cisternelor de beton cu apă, deoarece pereții de beton nu asigură un contact bun cu pămîntul.

În cazul unui sol pietros, rău conducător, va trebui să înlocuim priza de pămînt cu o contragreutate, formată dintr-o rețea de conductoare întinsă pe sol pe toată distanța antenei.

Pentru orașe, din păcate, cam toate soluțiile recomandate mai sus sînt greu realizabile. În această situație vom folosi prize de pămînt improvizate, prin conectarea la rețeaua de alimentare cu apă. Contactul cu țeava de apă se va asigura cu ajutorul unui colier metalic, după unul din cele două tipuri arătate în fig. 11.

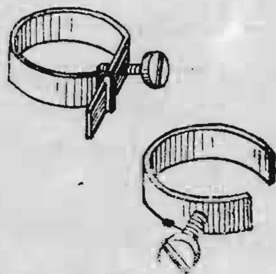


FIG. 11

Instalația de încălzire centrală (caloriferul) poate fi de asemenea folosită, în ultimă instanță, ca priză de pămînt improvizată.

Antene interioare

Acolo unde instalarea unei antene exterioare nu este posibilă, sînt utilizate și antenele improvizate, care ne pot totuși satisface, ca urmare a sensibilității deosebite a radioreceptoarelor moderne.

O antenă de acest gen poate fi realizată folosind un conductor obișnuit, simplu sau emailat, cu un diametru de 0,5—0,6 mm, pe care îl vom prinde de izolatoare mici, de genul celor folosite la instalațiile electrice aparente, ori de mici barete de material plastic colorat sau transparent.

Conductorul se întinde bine, cu izolatorii săi la capete, între două cîrlige prinse în pereții opuși, la circa 10 cm de zidul lateral și de plafon (fig. 12).

Coborîrea antenei va fi fixată în locul cel mai convenabil și va fi cositorită la firul orizontal.

Înainte de montarea antenei interioare vom observa atent locul, pentru a evita paralelismul cu instalația de apă, gaz sau de încălzire centrală, care pot ecrana antena și îi vor reduce eficacitatea.

În imobilele ce au în pereți multă armătură metalică, este preferabilă realizarea unei antene exterioare, antenele interioare dînd rezultate slabe din cauza absorbției create de armătură. Singura poziție favorabilă în asemenea imobile este amplasarea

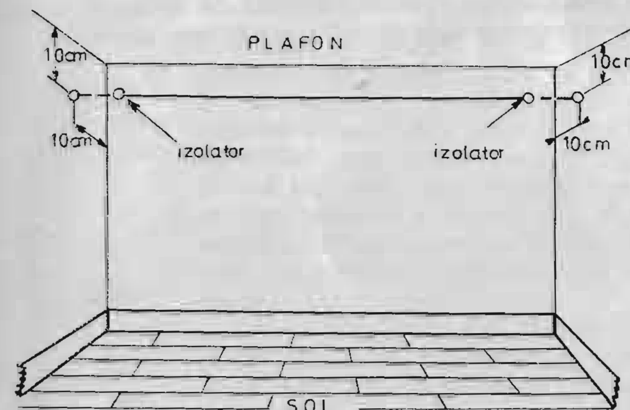


FIG. 12



firului antenei interioare în partea superioară a geamurilor, unde fenomenul de absorbție este mai redus.

Mai ales pentru undele scurte, rezultatele obținute cu antene interioare depind mult de poziția aleasă pentru antenă.

Antene auto

Caroseria metalică a autoturismului formează un fel de „cușcă Faraday" care nu permite accesul, decît în foarte mică măsură, al energiei de radiofrecvență ; pe de altă parte, avem diferitele surse de paraziți (dinam, delco, bujii), care, în general, sînt atenuate prin dispozitive speciale.

Ca urmare, pentru o bună recepție în autoturism este absolut necesară o antenă exterioară (montată în exteriorul caroseriei metalice) și conectată la radioreceptor printr-un cablu ecranat a cărui cămașe metalică se conectează la caroserie.

Putem alege două amplasamente pentru antena auto :

— Antena montată pe aripă sau pe capotă, telescopică, escamotabilă.

— Antena de acoperiș, sub formă de nuia lungă elastică, din oțel inoxidabil, capabilă să se aplece la întîlnirea obstacolelor și să se redreseze imediat.

În ambele cazuri, antena va fi fixată pe un izolator special. Lungimea antenei va fi între 80 și 110 cm, în cazul antenei de acoperiș, și între 140 și 170 cm, pentru cea telescopică.

Date fiind dimensiunile reduse ale antenelor auto, ca și situarea lor deasupra masei metalice formată din caroserie, se impune ca radioreceptoarele auto să aibă o sensibilitate deosebită.

CAPITOLUL IV

Antene antiparazite

În zonele aglomerate din orașe, și în special în zonele industriale, radiorecepția este perturbată puternic de paraziții industriali. În afara măsurilor ce se iau la sursa paraziților, pentru eliminarea sau atenuarea lor, putem realiza antene antiparazite pe baza următoarelor două considerente :

— Paraziții industriali se limitează de obicei la un nivel care nu depășește ultimul etaj al imobilelor.

— Paraziții acționează prin componența electrică a cîmpului electromagnetic.

Să analizăm mai multe variante de antene.

Antena cu coborîre ecranată

Antena se plasează de obicei deasupra ultimului etaj al imobilului și se conectează la radioreceptor printr-un conductor de coborîre ecranat, deci protejat contra perturbațiilor prin ecranul metalic legat la pămînt (fig. 13). Nu prezintă importanță dacă partea activă a antenei este sferică, în spirală sau formată dintr-un fir întins. Esențială este montarea părții active cît mai sus posibil.

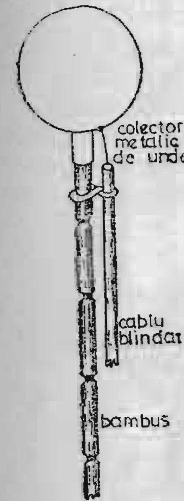


FIG. 13

Cablul de coborîre este bine să fie de un model special, cu un conductor central de cupru, înconjurat la o distanță cît mai mare de un ecran metalic cilindric, care se conectează la pămînt. Acest gen de cablu nu este asemănător cu cablurile coaxiale obișnuite,



cu impedanța de 52—75 ohmi. deoarece prezintă o distanță mai mare între conductorul central și ecran, iar spațiul dintre ele nu este ocupat cu material izolant compact, ci de un material cu structură alveolară, cu multe goluri de aer, ceea ce reduce considerabil capacitatea parazită între conductor și ecran și, respectiv, atenuarea curentului de radiofrecvență.

În mod obligat, ecranarea metalică a cablului se conectează la șasiul metalic (masa) al radioreceptorului, care, la rîndul său, este conectat obligatoriu la o priză bună de pămînt.

Antene cu coborîre bifilară

Antena cu coborîrea ecranată, descrisă înainte, datorită părții sale active destul de restrînse, ca și atenuării introduse de cablul ecranat, atunci cînd acesta are o lungime prea mare, nu mai poate da rezultate satisfăcătoare. De aceea, în asemenea cazuri, vom folosi un alt gen de antenă, și anume, antena dublet, cu coborîrea bifilară (fig. 14).

Putem vedea din schema antenei că în ambele porțiuni de antenă curenții induși au același sens, iar cablul de coborîre prezintă pe toată lungimea sa curenți egali și de sens contrar pe cele două conductoare care îl compun (B, C). Paraziții exteriori care afectează linia de coborîre bifilară provoacă în cele două conductoare B și C curenți de același sens (săgețile întrerupte) care, în bobina de cuplaj E, se anulează reciproc.

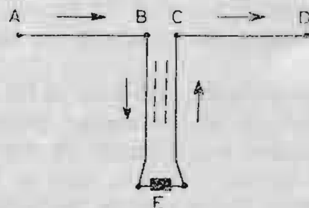
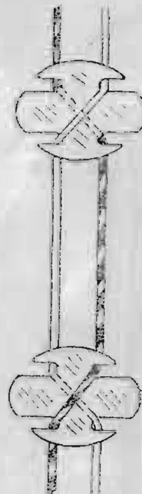


FIG. 14


FIG. 15

Pentru a obține o anulare cît mai completă a influențelor parazite, se poate folosi o linie de coborîre (fig. 15) în care, prin folosirea unor izolatoare speciale, cele două conductoare ale liniei de coborîre își schimbă periodic poziția. Inversarea poziției conductoarelor se face la distanțe de 0,6—1,0 m.

Antena de acest gen favorizează frecvențele din gama undelor scurte în banda de rezonanță a antenei.

Antena cu dipoli multipli

Una din metodele prin care se poate obține lărgirea gamei de frecvențe este folosirea, ca parte activă a antenei, a mai multor dipoli de diferite dimensiuni (fig. 16).

Antena cu linie de coborîre răsucită

Folosirea pentru coborîre a unei linii bifilare răsucite simplifică mult construcția acesteia, impunînd totodată un cuplaj de joasă impedanță cu radioreceptorul. În fig. 17 este descrisă o asemenea antenă antiparazită pentru toate lungimile de undă, realizată Planes-Py, sub denumirea de „antena antiparazită dublet A.W.D."

Antena păstrează efectul său antiparazit în toate cazurile. Cele două elemente active ale antenei, avînd 4 pînă la 6 m lungime fiecare, realizate din conductor de cupru de 2 mm diametru,

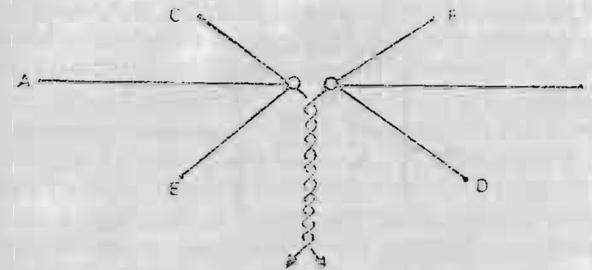


FIG. 16



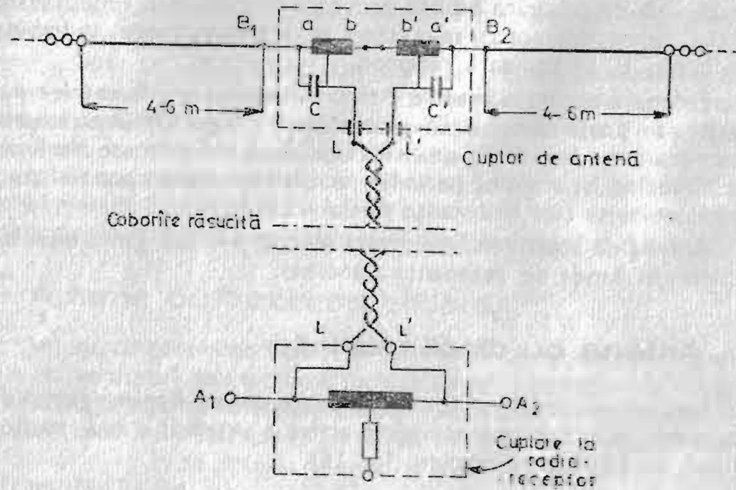
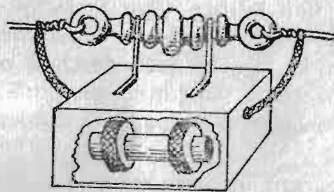


FIG. 17


FIG. 18

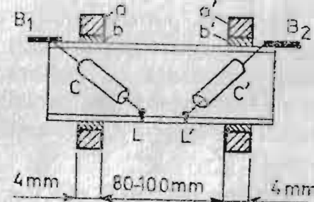


FIG. 19

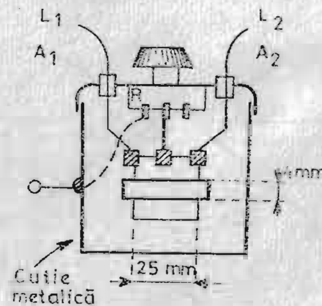


FIG. 20

așezate orizontal, trebuie să fie egale ca dimensiuni. La mijlocul antenei este plasat un izolator Pyrex, de care se leagă cele două elemente ale antenei (fig. 18) și care susține în același timp și „cuplorul antenei", închis într-o cutie etanșă, confecționată din metal antimagnetic (cupru, alamă sau zinc). În fig. 19 sînt arătate dispoziția inductanțelor și condensatoarelor în interiorul „cuplorului antenei". În cazul în care nu putem realiza inductanțele în „fagure", le vom executa prin bobinare suprapusă, între cîte două rondele izolante. Fiecare din bobinajele *b* și *b'* au cîte 11 spire și apoi continuăm deasupra, cu bobinajele *a* și *a'*, care au fiecare cîte 60 spire. Conductorul folosit are diametrul 0,25 mm.

Este bine ca, după executare, bobinajele să fie impregnate într-un lac izolant de bună calitate.

Condensatoarele cu dielectric mică C și C' au valoarea de cîte 100 pF.

Linia de coborîre a antenei poate fi finalizată fie ca în fig. 14, fie din cablu torsadat, de 2 × 0,12 mm, cu izolament cauciuc, pentru a nu fi afectat de intemperii.

Conexiunea cuplorului de antenă în punctele B_1, B_2 și L_1, L_2 se izolează cu bandă izolatoare (isolierband) și lac izolator. Firul dublu de coborîre fiind relativ greu, antena trebuie să fie suficient de robustă, pentru a-l putea suporta. Cînd avem posibilitatea, pe traiectul cablului de coborîre vom putea face susțineri suplimentare ale acestuia, dar numai prin intermediul unor tije din material izolant.

Cuplajul la radioreceptor se face prin circuitul schematizat în fig. 17 și ale cărui detalii de realizare sînt arătate în fig. 20. Bobinajul cuprinde 24 spire din conductor de cupru cu diametrul 0,15 mm, izolat cu două straturi de mătase, și cu priză mediană. Rezistența variabilă R este un potențiometru bobinat, de 500 ohmi. Ansamblul se introduce într-un blindaj metalic antimagnetic (ex. : aluminiu) pentru a evita perturbațiile exterioare.

Cuplorul este prevăzut cu două borne A_1 și A_2 pentru conectarea la intrarea simetrică a unui radioreceptor. În cazul unei intrări asimetrice, se va folosi numai borna A_1. În toate cazurile, borna T este conectată la masa radioreceptorului și la priza de pămînt.

De menționat este ca amplasarea cutiei metalice a cuplorului să se facă cît mai aproape posibil de radioreceptor. De asemenea se va evita apropierea coborîrii răsucite de rețelele de iluminat electric, de telefon etc., acestea fiind purtătoare de paraziți puternici.

Cadre antiparazite

Cadrele, deși nu asigură captarea undelor radio comparabil ca intensitate cu antenele exterioare, sînt totuși folosite, ca urmare a excelentei lor comportări față de paraziți. Marea majoritate a radioreceptoarelor moderne au încorporate asemenea cadre, fie că sînt realizate pe bare de ferită, fie că este vorba de cîteva spire de mari dimensiuni, dispuse în interiorul acestor aparate.

Dacă luăm în considerare faptul că antena obișnuită și solul formează armăturile unui condensator, sistemul colector astfel format este foarte sensibil la componenta electrică a cîmpului electromagnetic, deoarece aceasta face să crească și să scadă potențialul electric al antenei.

Cadrul, fiind un circuit oscilant închis, este sensibil numai la fenomenele de inducție, respectiv la componenta magnetică a cîmpului electromagnetic.

Cum paraziții se propagă mai ales prin componenta electrică a cîmpului electromagnetic, cadrul va fi puțin sensibil la acestea, asigurînd o recepție mult mai liniștită.

Cadrele încorporate în radioreceptoare fac parte în general din două categorii :

— Cadre cu baston de ferită.
— Cadre în aer.

În ambele cazuri, intensitatea radiorecepției este proporțională cu numărul liniilor de forță magnetice ale cîmpului electromagnetic care traversează cadrul, atunci cînd acesta este orientat către radioemițător (fig. 21 a). Proprietățile directive ale cadrului sînt definite prin curba în 8 din fig. 21 b, care indică recepția maximă pe direcția x și nulă pe direcția y. De notat că cele mai bruște reduceri ale radiorecepției se înregistează în apropierea axului y, deci aproape de anularea totală.

În radioreceptoarele portabile obișnuite se folosește de obicei un cadru pe baston de ferită, așezat în poziție fixă față de celelalte componente ale montajului, astfel încît găsirea poziției optime pentru fiecare din posturile recepționate solicită schimbarea poziției aparatelor.

În radioreceptoarele mai perfecționate, folosite de obicei pentru recepția la domiciliu, bastonul de ferită poate fi rotit în interiorul aparatului, acționînd asupra unuia din butoane, ceea ce nu mai impune schimbarea poziției aparatului.

Cadrul pe baston de ferită se realizează practic așa cum este descris în fig. 22 a și se montează în radioreceptor ca în fig. 22 b.

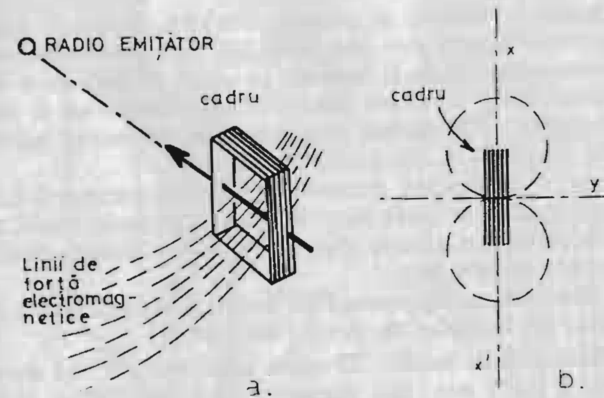


FIG. 21

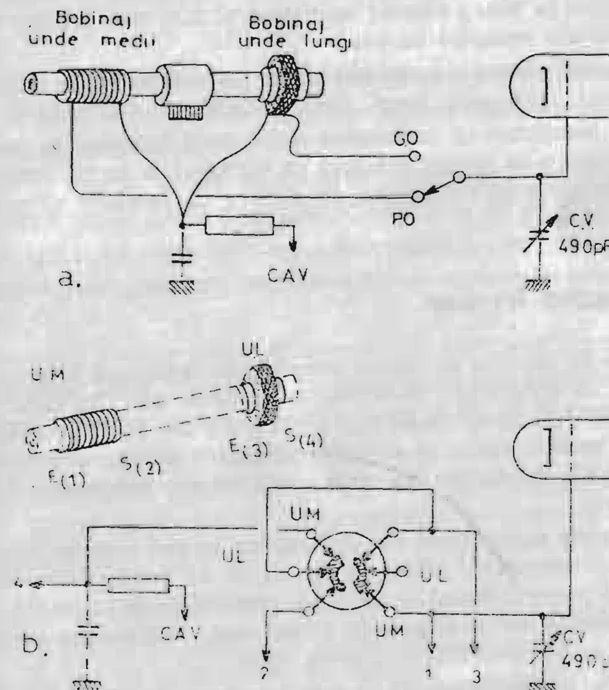


FIG. 22

El poate fi realizat și de radioamatori. Bastonul, cilindric, are diametrul 8...10 mm, lungimea 200 mm pentru cadrele fixe și 100 mm pentru cadrele mobile. Sistemul de comutare folosit, reprezentat în fig. 22 a, are uneori inconvenientul că la recepția pe unde medii (PO) aceasta este jenată de rezonanța bobinajului de unde lungi (GO), pe frecvența paraziților.

Pentru a evita acest inconvenient este recomandată folosirea activă și a bobinei de unde lungi la recepția pe unde medii, conectînd-o în paralel cu aceasta (fig. 22 b) pentru undele medii și în serie pentru undele lungi.

Bobinajele se confecționează pe două tuburi de carton, ce pot culisa ușor pe bastonul de ferită. Ele conțin :

— Pentru unde medii : 50 spire adiacente din liță de radiofrecvență 5 × 0,1 mm, sau conductor de cupru, izolat în email, de 0,5 mm diametru (pe un tub de carton de 30 mm lungime).

— Pentru unde lungi : 175 spire bobinate în fagure, din conductor de cupru emailat cu diametrul 0,25 mm, sau între două rondele din material izolant.

O priză pentru antenă, adițională, poate fi scoasă la spira 150 a bobinajului de unde lungi, fiind folosită pentru ambele game.

De menționat că inductanța celor două bobinaje se modifică ușor, funcție de poziția acestora pe bastonul de ferită, ceea ce ne permite alinierea circuitelor de intrare cu celelalte circuite ale receptorului.

Cadre în aer

Sînt de construcție relativ simplă și se realizează pe o carcasă, în aer, cu dimensiuni mult mai importante decît în cazul celor de ferită (fig. 23 a). Bobinajul propriu-zis are 26 spire adiacente pentru undele medii, și 62 spire adiacente pentru undele lungi, ambele din conductor de cupru emailat cu diametrul 0,25 — 0,30 mm.

Capetele numerotate ale bobinajelor se pot conecta la același sistem de comutare, arătat în fig. 22 b, iar priza pentru antena auxiliară poate fi făcută la spira 53, pornind de la capătul 3. Cele două bobinaje vor fi dispuse în același sens. Acordul acestui cadru se face prin îndepărtarea cîtorva spire.

Cadrul poate fi protejat cu o ecranare electrostatică (fig. 23 b) realizată prin bobinare pe patru reglete, așezate la circa 10 mm de

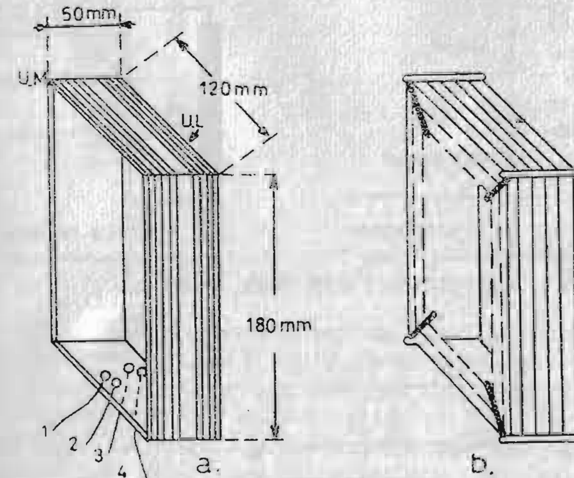


FIG. 23

bobinaje, cu conductor de cupru bobinat a cîteva spire, lăsînd între spire cîte 5...8 mm. Una din extremitățile conductorului se conectează la masă.

Cadrul indicat, și care de obicei se încorporează în radioreceptor, ridică totuși unele probleme. Conectarea lui pe grila de comandă a tubului electronic sau a tranzistorului de intrare modifică acordurile și, uneori, suprimă acțiunea controlului automat de volum.

Pentru a elimina aceste inconveniente, putem utiliza un cadru cuplat prin joasă impedanță la intrarea radioreceptorului.

Modul de realizare a unui asemenea cadru și conectarea lui la radioreceptor sînt arătate în fig. 24 a, b, c, d și anume :

— În fig. 24 a, conectarea pentru unde medii (un condensator fix de 500 pF acordează porțiunea cuprinsă între spirele 18 și 62 ale bobinajului).

— În fig. 24 b, conectarea pentru unde lungi.
— În fig. 24 c, comutarea circuitelor.
— În fig. 24 d, dimensiunile carcasei.



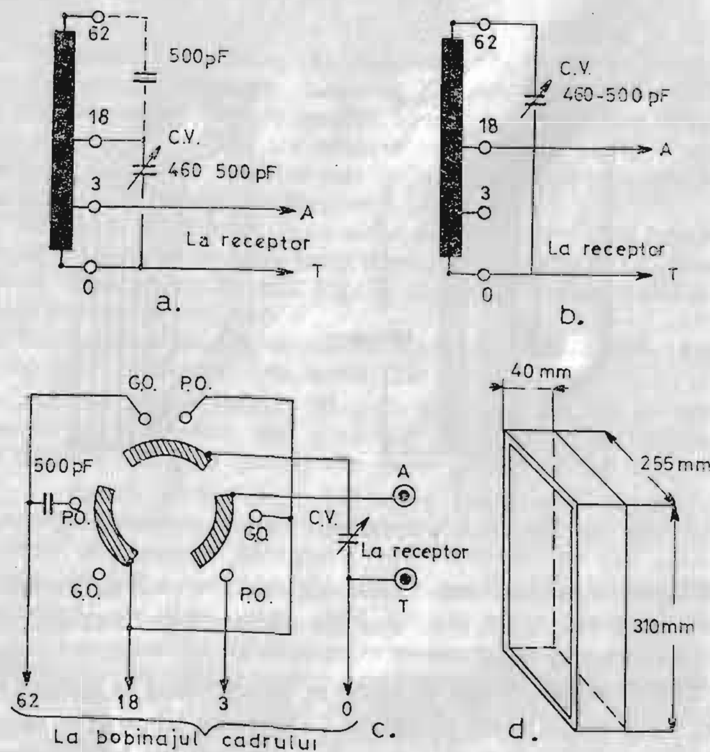


FIG. 24

Este posibil să utilizăm în același mod un cadru pe baston de ferită. Un condensator variabil de 500 pF asigură acordul normal al bobinajelor de unde medii și unde lungi, iar comutarea se face printr-un comutator adecvat. Conectarea la intrarea radioreceptorului se face printr-un bobinaj de 20 la 40 spire, bobinate pe bastonul de ferită, în apropierea celor două bobinaje.

Liniile de alimentare

Antena se instalează de obicei în locul în care este cel mai bine degajată și lipsită de ecranarea provocată de diferite obstacole și obiecte care provoacă absorbții. Ca urmare, ea va fi totdeauna așezată la înălțime cît mai mare, fără a ține seama de locul de instalare a radioreceptorului sau radioemițătorului și, în acest mod, apare necesitatea unei linii de transmisie care să facă legătura între antenă și aparatura respectivă pe distanța necesară și cu pierderi cît mai reduse de energie de radiofrecvență.

Liniile de alimentare se împart în: linii aperiodice, sau cu unde progresive, și linii acordate, sau cu unde staționare.

Impedanța caracteristică

Dacă analizăm o linie din două conductoare (fig. 25), putem admite că fiecare porțiune (de lungime arbitrară, cuprinsă între două linii punctate) prezintă între cele două conductoare o anumită capacitate C, și pentru fiecare din conductoare o anumită inductanță L/2 și, respectiv, L pentru cele două conductoare.

Să presupunem această capacitate C încărcată la o tensiune V. Energia astfel înmagazinată va fi egală cu $C.V^2/2$. Dacă vom descărca această capacitate C în inductanța L, energia se va regăsi sub formă magnetică și egală cu $LI^2/2$, pentru a relua apoi forma electrostatică în reîncărcarea capacității C.

Lăsînd la o parte pierderile, putem egala cele două expresii ale aceleiași energii $CV^2/2 = LI^2/2$, de unde $V/I = \sqrt{L/C}$.

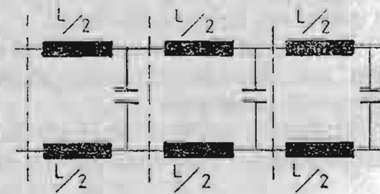


FIG. 25

Or, raportul V/I, respectiv tensiune/intensitate, ne face imediat să ne gîndim la expresia rezistenței din legea lui Ohm.

Cum însă avem de-a face cu curent alternativ, în loc de rezistență vom vorbi de impedanță, și remarcăm că dacă vom considera o porțiune mai mare de lungime, dublă, triplă sau de *n* ori mai mare, cele două valori L și C vor fi simultan duble, triple sau de *n* ori mai mari. Ca urmare, valoarea termenului L/C nu se schimbă, chiar dacă linia devine de lungime infinită.

Termenul L/C reprezintă o caracteristică proprie a liniei, independentă de lungimea ei, dar definită prin valoarea lui L și C, care sînt la rîndul lor determinate de caracteristicile fizice ale liniei (în care diametrul conductoarelor, distanța dintre acestea, natura izolamentului dintre ele rămîn neschimbate pe toată lungimea ei) și poartă denumirea de impedanță caracteristică, notată cu $Z_0 = L/C$.

Reprezentarea, în fig. 25, a unei linii formate din porțiuni, face să ne gîndim la filtrele electrice, la care impedanța caracteristică este numită „impedanță de repetiție".

Dacă prima porțiune de impedanță caracteristică Z_0 este închisă la intrare cu o impedanță egală cu a sa, se va găsi în aceleași condiții ca și următoarele porțiuni, și totul se va petrece ca și cum aceste porțiuni nu ar exista.

În cazul unei linii ideale, lipsită de pierderi, rezultă că aceste porțiuni nu consumă și, deci, în aparență nu există. Ajungem prin urmare la constatarea că în impedanța caracteristică nu se disipă energie. Din contră, impedanța exprimă rezistența prezentată la trecerea unui curent alternativ printr-un circuit cuprinzînd o rezistență și o rezultantă reactivă (de natură inductivă și capacitivă).

În această rezistență, opusă trecerii curentului alternativ, se va disipa o anumită putere (exact ca într-o frînare mecanică, unde puterea se transformă în căldură).

Trebuie deci să nu confundăm impedanța caracteristică a liniei cu impedanța circuitului de utilizare. În plus, să reținem că impedanța caracteristică a liniei nu este măsurabilă direct și poate fi determinată dintr-un calcul, bazat pe una din proprietățile liniei în sfert de lungime de undă.

În cazul liniilor unde cele două conductoare sînt separate numai prin aer, impedanța caracteristică este calculabilă prin una din formulele următoare :

1. Pentru liniile cu două conductoare paralele, cu diametrul d, distanța dintre cele două axe ale conductoarelor fiind D :

$$Z_0 = 276 \log 2D/d.$$

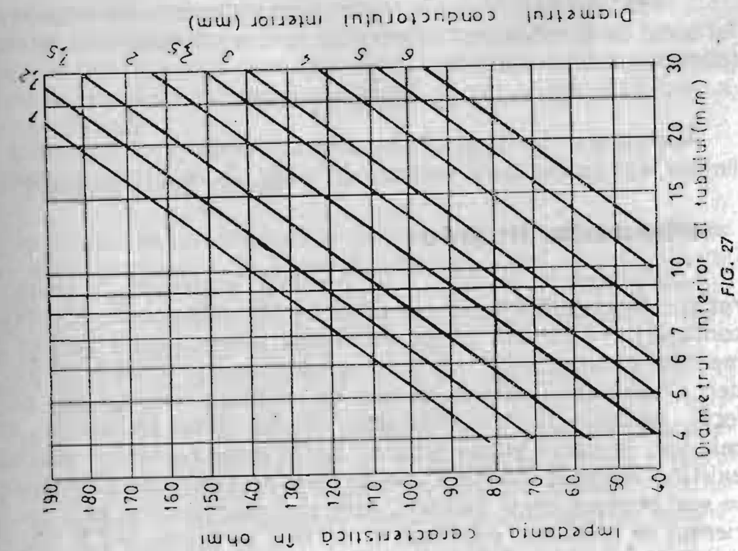


FIG. 27

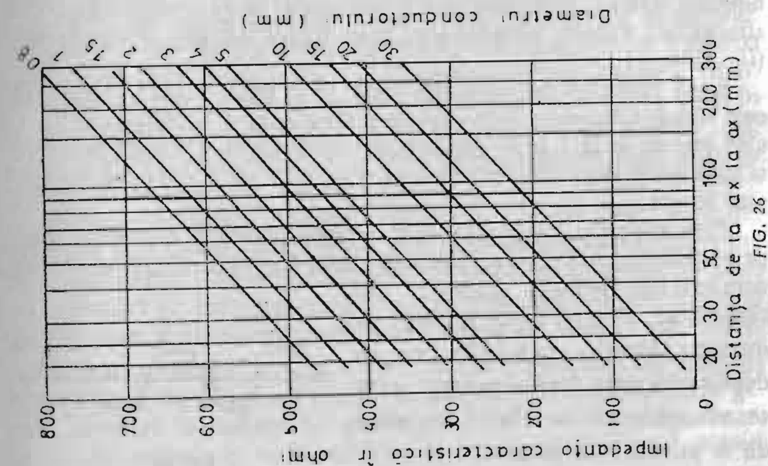


FIG. 26

2. Pentru liniile coaxiale, unde d este diametrul conductorului axial și D diametrul interior al tubului conductor exterior (cămașa cablului coaxial):

$$Z_0 = 138 \log D/d.$$

Abacele din fig. 26 și 27 dau direct impedanța caracteristică a liniilor din conductoare separate prin aer, în realizările practice.

Pierderile în linie

Conductoarele oricărei linii prezintă totdeauna o anumită rezistență ohmică (rezistența propriu-zisă, măsurabilă în curent continuu). Pe de altă parte, materialul izolant folosit pentru a menține distanța între cele două conductoare prezintă și el pierderi dielectrice. Totodată, absența de radiație a liniei nu este perfectă, radiațiile fiecărui conductor nefiind total anulate de ale celuilalt, în cazul liniilor bifilare, iar în cazul cablurilor coaxiale existînd o ușoară radiație a cămășii metalice a cablului. Ca urmare, se vor produce unele pierderi, care sînt reprezentate prin coeficientul de atenuare, exprimat în decibeli pe metru sau la 100 m de cablu pentru o frecvență dată.

Linia cu unde progresive, de lungime infinită

Să ne imaginăm o linie bifilară, cu conductoarele paralele, de lungime infinită, și să conectăm la intrarea ei un generator de curent alternativ. Pentru simplificare, vom figura un singur conductor (fig. 28).

Dacă curentul de radiofrecvență ar fi vizibil, am constata că cele două sinusoide, reprezentînd tensiunea E și intensitatea I, sînt mereu în fază și se deplasează împreună de-a lungul liniei, ca și cum le-am imprima o mișcare de translație, de la stînga la dreapta sau invers.

Prin analogie, ne gîndim și la undele create la suprafața apei, prin căderea unei pietre. Analizînd de-a lungul unei raze cercurile concentrice formate (punctul de cădere al pietrei fiind analog cu intrarea liniei), ondulațiile ce se deplasează de-a lungul acestei raze se adaugă unele la altele, pornind de la punctul de cădere.

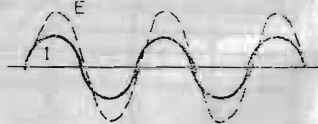


FIG. 28

Astfel putem explica imaginea undelor progresive ce se deplasează de-a lungul unei linii. Este evident că aceste unde progresive vor suferi o atenuare de-a lungul liniei și, după o anumită distanță, mai mult sau mai puțin lungă, se vor stinge ca urmare a acestei atenuări.

Terminația liniei

În studiul liniilor de transmisie vom considera că totul începe cu undele progresive. În practică, lungimea liniei nu este infinită și curentul de radiofrecvență ajunge la capătul ei pentru a fi utilizat. Comportarea liniei, ca și atenuarea introdusă, depind de comportamentul capătului terminal al liniei.

În cazul ideal, pentru o linie cu unde progresive, conectăm la extremitatea sa liberă un circuit de sarcină prezentînd o rezistență ohmică pură, de valoare egală cu cea a impedanței caracteristice a liniei. Astfel curentul de radiofrecvență trece integral de la linia de transmisie la circuitul de sarcină. Spunem, în acest caz, că adaptarea impedanțelor (a liniei și a circuitului de sarcină) este corect realizată.

Apariția undelor staționare

Dacă valoarea sarcinii terminale (pur ohmică) nu este egală cu impedanța caracteristică a liniei, sau sarcina prezintă și o componentă reactivă, se formează ceea ce numim o perturbare a trecerii curentului de radiofrecvență de la linia de transmisie la sarcină, respectiv o readaptare a impedanțelor, din care rezultă reflecția unei părți din curentul de radiofrecvență către intrarea liniei.

Acest curent se întîlnește în drumul său cu cel care vine în mod normal de la intrarea liniei către sarcină. Cînd sînt în fază, valorile lor se cumulează; cînd sînt în opoziție de fază, valorile lor se scad unele din altele.

Reflecția aceasta a undelor se produce într-un punct bine determinat și, pornind de la acest punct, vom avea maxime și minime ce ocupă poziții stabile, care nu depind decît de lungimea de undă a curentului de radiofrecvență ce trece prin linie. Astfel, pornind de la unde progresive, încep a se manifesta undele staționare.

Această reflecție face ca antena să nu beneficieze de întreaga putere dată de generator, o parte din ea reîntorcîndu-se la generator, dacă impedanța lui este egală cu a liniei. În caz contrar, se poate produce o nouă reflecție a curentului din acest punct.



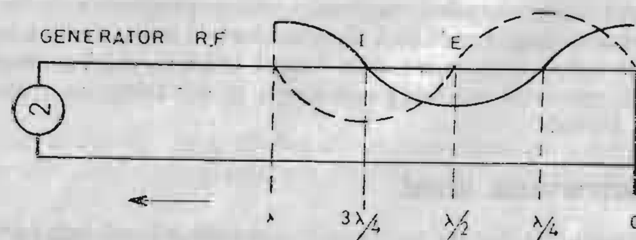


FIG. 29

Asistăm la o scădere a puterii de intrare în linie, iar ansamblul antenă-linie încarcă defectuos generatorul de radiofrecvență.

În cazul extrem, cînd curentul din linie este reflectat în totalitate, presupunînd pierderile în linie egale cu zero, linia va deveni sediul unor unde staționare, fără a absorbi din putere.

Acest caz extrem al neadaptării corespunde la două situații posibile: extremitatea liniei este scurtcircuitată sau deschisă.

În cazul scurtcircuitului terminal (fig. 29) nu putem avea decît un maximum de intensitate și, respectiv, un nod de tensiune la capătul liniei. Relația de fază între unda directă și unda reflectată determină unde staționare ca acelea indicate în figură.

Invers, în cazul (fig. 30) cînd nu poate avea loc nici o trecere de curent la capătul liniei, aceasta fiind deschisă, vom avea totdeauna un nod de intensitate și un ventru de tensiune, iar undele staționare se stabilesc după curbele din figură.

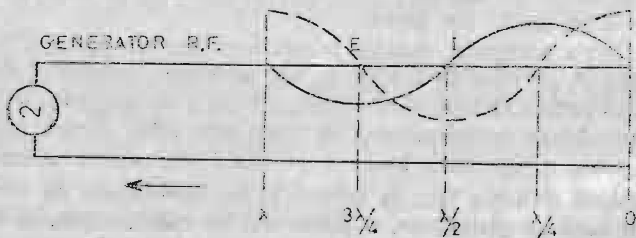


FIG. 30

Coeficientul de reflecție și raportul de unde staționare

Între cazul limită al reflecției totale în cele două situații amintite și absența reflecției pentru o linie adaptată corect există un număr nedeterminat de poziții de reflecție parțială.

Valoarea raportului dintre tensiunea directă către antenă Ed și tensiunea reflectată Er poate avea valori cuprinse între 0, în cazul absenței totale a tensiunii reflectate, și 1, în cazul reflecției totale.

Dacă multiplicăm acest coeficient cu 100 și adăugăm semnul %, obținem procentul de unde staționare, denumit curent „proporția undelor staționare" (TOS), cuprinsă între 0 și 100 (reflecția totală).

Putem, de asemenea, defini amplitudinea undelor staționare prin raportul dintre maximum (suma tensiunilor Ed și Er, cînd sînt în fază) și minimum (diferența dintre aceste tensiuni, cînd sînt în opoziție de fază) ale oscilațiilor pe care le reprezintă, respectiv prin:

$\frac{Ed + Er}{Ed - Er}$ pe care îl denumim „raport de unde staționare" (ROS) sau (SWR).

În absența totală a undei reflectate, vom avea $\frac{Ed + O}{Ed - O}$ și raportul va fi egal cu 1, iar în cazul reflecției totale, tensiunea fiind egală cu Er, vom avea $\frac{Ed + Ed}{Ed - Ed} = \frac{2\,Ed}{0} = \infty$, respectiv ROS = cu infinit. Funcție de intensitatea tensiunii reflectate, vom avea valori ale ROS-ului de la 1 la ∞.

În fig. 31 reprezentăm un grafic care permite să se facă conversiunea raportului de unde staționare (ROS) în proporție cu undele staționare (TOS), iar pentru a avea coeficientul de reflecție, împărțim pe acesta din urmă cu 100. De exemplu, un ROS = 2 corespunde unui TOS = 35% și unui coeficient de reflecție de 0,35. Folosirea uneia sau alteia din aceste expresii este funcție de metoda de măsurat utilizată.

Cînd facem determinări succesive ale lui Ed și Er, vom regla aparatul de măsurat utilizat astfel, încît acul său să indice capătul cursei pentru tensiunea Ed. După cum capătul cursei este notat 1 sau 100 și acul galvanometrului revine îndărăt la măsurarea lui Er,

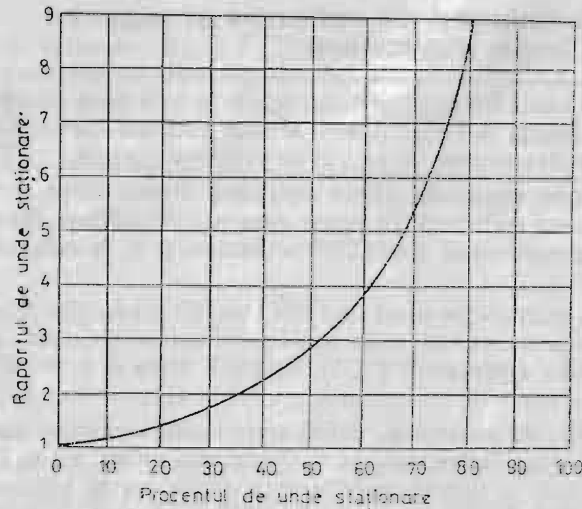


FIG. 31

avem citirea directă a coeficientului de reflecție, în primul caz, și proporția de unde staționare (TOS), în al doilea caz.

Cînd cunoaștem valoarea impedanței caracteristice Z_0 a liniei și cea a impedanței de utilizare Z, raportul undelor staționare (ROS) este egal cu raportul dintre aceste impedanțe.

Trebuie să fim însă atenți să prezentăm acest raport în forma Z_0/Z sau Z/Z_0 cînd este superior lui 1.

Dacă impedanțele Z_0 și Z nu sînt egale și cunoaștem valorile lor, vom ști pe ce raport de unde staționare putem conta.

De la raportul de unde staționare (ROS) revenim la coeficientul de reflecție K, prin formula $K = \frac{ROS - 1}{ROS + 1}$.

De la unde progresive, la unde staționare

Din cele arătate rezultă că lucrul unei linii de transmisie cu unde progresive, fără nici o reflecție, reprezintă un caz ideal și prezența unui procent redus de unde staționare este aproape inevitabilă, cu toate măsurile luate pentru punerea la punct a ansamblului antenă-linie de alimentare.

Sînt însă cazuri cînd devine mai avantajoasă folosirea ansamblului linie-antenă cu unde staționare, și anume, cînd acest ansamblu este simetric. Repartiția undelor staționare în acest caz pornește prin două noduri de intensitate, la capetele antenei, pentru ca apoi să apară de-a lungul antenei și al liniei de alimentare, cu un număr întreg de $\lambda/4$.

De fapt, privind atent o antenă dipol, vedem că partea orizontală se formează prin deschiderea la 90° a unei porțiuni de linie compusă din două conductoare paralele.

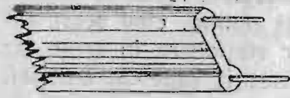
Existența undelor staționare este determinată de prezența unei unde de lucru și a unei unde reflectate. În porțiunea de linie deschisă, formînd partea orizontală a antenei, avem radiația de unde electromagnetice, ceea ce, din contră, nu se întîmplă în linia de alimentare, ca urmare a paralelismului dintre cele două conductoare.

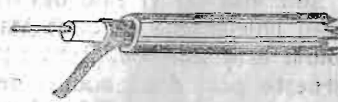
Pierderile în liniile de alimentare

Datorită naturii sale materiale, orice linie de transmisie provoacă unele pierderi, pe care trebuie să le reducem la minimum. Dacă avem unde staționare în linie, maximele de tensiune și de intensitate se prezintă alternativ în puncte situate la distanțe egale și determinate de lungimea de undă a radiofrecvenței. În maximele de tensiune apar pierderi prin histerezis dielectric, care poate provoca descărcări funcție de intensitatea sa. În maximele de intensitate se produce încălzirea liniei prin efectul Joule, care uneori poate provoca deteriorarea dielectricului.

Acesta este și motivul pentru care se preferă pentru liniile de alimentare acordate formarea lor din două conductoare paralele, distanța constantă dintre ele fiind menținută la 10—12 cm, prin bastonașe izolante, așezate la fiecare 50 pînă la 75 cm, a căror calitate trebuie să fie greutatea cît mai redusă, o cît mai bună izolare și o formă care să nu permită reținerea pe suprafața lor a apei din ploi. Liniile de acest fel au o impedanță caracteristică în jurul a 600 ohmi și sînt folosite în special pentru lucrul cu unde staționare.

Pentru lucrul cu unde progresive se folosesc linii de alimentare cu impedanța caracteristică de 300, 75 sau 52 ohmi. Este evident că în acest caz este absolut necesară adaptarea corectă a impedanței liniei la aceea a antenei, orice neadaptare ducînd la curent reflectat care reduce energia de radiofrecvență radiată de antenă și provocînd pierderi suplimentare în linia de alimentare.


FIG. 32


FIG. 33

În general, pentru linia de 300 ohmi utilizăm linii compuse din două conductoare separate prin izolament continuu, sub forma unei panglici (fig. 32). În cazul cînd linia de alimentare trebuie să treacă pe un traiect vecin cu zidurile, vom prefera un cablu coaxial, cu impedanța caracteristică de 75 sau 52 ohmi (fig. 33).

Din măsurările făcute au rezultat, pentru frecvențele de lucru de la 3,5 la 200 MHz, următoarele pierderi pentru 100 m de cablu sau linie:

Cablu coaxial de 52 ohmi:	
tip RG 8/U (diametrul exterior 10,8 mm)	0,9 la 10 dB
tip RG 58/U (diametru exterior 5 mm)	2 la 22 dB
Cablu coaxial de 75 ohmi:	
tip RG 11/U (diametru exterior 10,8 mm)	1,2 la 10 dB
tip RG 59/U (diametru exterior 6,3 mm)	1,9 la 16 dB
Linie bifilară de 300 ohmi:	0,55 la 5,7 dB

O linie compusă din conductoare distanțate cu 10 pînă la 15 cm, lucrînd în unde progresive, nu prezintă decît 0,1 la 1 dB pierderi, pentru aceeași lungime de 100 m și aceleași frecvențe, de la 3,5 la 200 MHz.

Simetrie — Asimetrie

Uneori nu acordăm suficientă importanță simetriei dintre antenă și linie. Cablurile coaxiale nu sînt linii simetrice, deoarece cele două conductoare (cel central și cămașa metalică exterioară) sînt diferite. De aceea, în cazul antenelor simetrice, folosirea unei linii de alimentare asimetrică modifică simetria generală și chiar pe a antenei propriu-zise.

Este deci preferabilă, în cazul antenelor simetrice, folosirea liniilor de transmisie simetrice.

Factorul de viteză

Cablurile izolate folosite la construirea liniilor de transmisie acordate provoacă pierderi cu atît mai mari, cu cît distanța dintre ele este mai mică. Folosind asemenea cabluri pentru unde staționare, putem determina unele caracteristici ale lor, printre care și o încetinire în scurgerea curentului de radiofrecvență, ce poate fi definită prin „factorul" sau „coeficientul de viteză", care este de ordinul 0,82 pentru o linie bifilară tip panglică cu impedanța 300 ohmi, și de ordinul 0,66 pentru un cablu coaxial.

Pentru a exemplifica, să ținem seama că pentru lungimea de undă de 20 m, jumătate de lungime de undă reprezintă un nod normal la 10 m. În porțiunea orizontală a antenei, ca urmare a efectului de capăt, menționat anterior, lungimea fizică necesară este de 10 × 0,95 = 9,5 m.

Pentru o linie bifilară de tip panglică, aceeași lungime electrică se obține cu o lungime fizică de 10 × 0,82 = 8,20, iar în cazul unui cablu coaxial, cu 10 × 0,66 = 6,60 m.

Funcționarea cu unde staționare

În timp ce adaptarea corectă a liniilor cu unde progresive cere o punere la punct foarte atentă, reglajul unei linii acordate este destul de simplu.

În cazul unei antene alimentată printr-o linie de acest tip, putem considera linia ca o parte repliată a antenei. La acest mod de funcționare prezența undelor staționare fiind ceva normal, este suficient să asigurăm o repartiție corectă a lor, care să se înscrie exact în lungimea ansamblului de conductoare ce aparțin atît liniei, cît și antenei propriu-zise.

În cazul liniilor din conductoare neizolate separate prin aer și menținute la distanță prin izolatoare așezate la distanțe mai mari, ele au același coeficient de corecție ca și în cazul firului antenei, respectiv o reducere a lungimii fizice cu 5% față de lungimea de undă.

Pentru jumătate lungime de undă, vom avea $L = 0{,}95\ \lambda/2$ sau $L = 0{,}475\ \lambda$ sau $L = 143/f$ (L și λ în metri și f în Megaherți).

În cazul unor antene cum ar fi tipul Zeppelin, linia de transmisie trebuie să îndeplinească anumite condiții impuse ca dimensiuni. Pentru antenele simetrice însă, simetria ansamblului face ca să nu

fie prea important unde se sfîrșește linia de transmisie și începe antena, important fiind ca ansamblul să aibă un regim corect de unde staționare. Asupra acestor aspecte se va mai reveni la diferitele tipuri de antene acordate.

Cazul liniei în sfert de lungime de undă ($\lambda/4$)

Dacă presupunem că o linie în sfert de lungime de undă este formată din replierea conductoarelor unei antene dipol și așezarea lor în paralel, repartiția tensiunii E și a intensității I se prezintă ca în fig. 34.

Cele două conductoare își anulează reciproc radiația, rezistența de radiație dispare și impedanța la nivelul cuplajului este foarte redusă. Din contră, la cealaltă extremitate a liniei apare o impedanță ridicată și astfel o linie în sfert de lungime de undă poate fi utilizată ca transformator de impedanță. Linia acordată în $\lambda/4$ poate îndeplini acest rol cu condiția să alegem diametrul și spațiul dintre conductoare astfel încît să îi dea o impedanță caracteristică $Z_0 = Z_1 \cdot Z_2$, în care Z_1 și Z_2 sînt impedanțele pe care vrem să le adaptăm (fig. 35). În afară de aceasta, linia în $\lambda/4$ mai are și alte proprietăți.

Revenind la fig. 35 și luînd în considerare eventualitatea unei linii în $\lambda/4$ scurtcircuitată la una din extremități, de exemplu în Z_1, Z_2, impedanța va deveni infinit de mare, ceea ce rezultă din formula următoare:

$$Z_2 = \frac{Z_0^2}{Z_1} \text{ sau } Z_2 = \frac{Z_0^2}{0} = \infty .$$

Astfel, indiferent de valoarea impedanței caracteristice Z_0, care se prezintă între capetele celor două conductoare, aceasta este

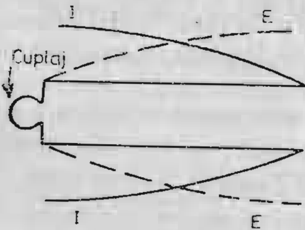


FIG. 34

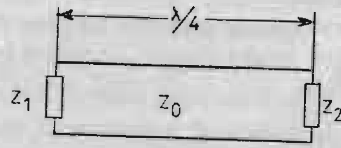


FIG. 35

teoretic infinită și, în practică, foarte mare. Între aceste două puncte, linia se prezintă ca un izolator pentru frecvența ce corespunde vibrației sale în $\lambda/4$.

Să examinăm ce se petrece atunci cînd conectăm, în două puncte ale unui circuit, o linie în $\lambda/4$ deschisă la extremitatea opusă. Printr-un raționament asemănător vom spune că în această extremitate liberă deschisă vom avea o impedanță nulă între cele două puncte, unde celălalt capăt al liniei este conectat, ceea ce va echivala cu un scurtcircuit pentru frecvența pentru care linia vibrează în $\lambda/4$.

Apoi, pentru că am văzut că de la un capăt la altul al liniei impedanța între cele două conductoare trece de la zero pînă la infinit, este evident ca între două puncte situate față în față pe cele două conductoare de-a lungul liniei vom găsi toate valorile de impedanțe cuprinse între zero și infinit.

Putem astfel alege pe o linie în $\lambda/4$ punctele de conectare care permit adaptarea impedanței cu o linie ce lucrează cu unde progresive.

Linia în semiundă ($\lambda/2$)

O asemenea linie poate rezulta din conectarea a două linii în $\lambda/4$ (fig. 36).

La transformarea de impedanță dată de prima porțiune cu $\lambda/4$ urmează o transformare inversă (în același raport), dată de cea de a doua porțiune și, în final, nu vom avea nici o modificare. Astfel, impedanța de intrare Z_i va fi reflectată cu aceeași valoare la ieșire în Z_e.

Deci, o lungime egală cu $\lambda/2$ reflectă impedanța de la un capăt al său la celălalt, fără modificări. Remarcăm totodată că impedanța caracteristică a unei linii în $\lambda/2$ nu are importanță pentru valoarea impedanței transmise. Această egalitate $Z_i = Z_e$ se repetă pentru toate lungimile de linii ce cuprind multipli de $\lambda/2$.

Linia acordată, de lungime oarecare

În afară de lungimile corespunzînd exact unui sfert de lungime de undă sau unui multiplu al acesteia, liniile acordate pierd impedanța lor

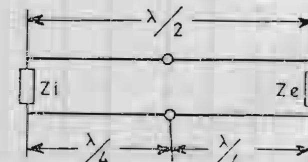


FIG. 36

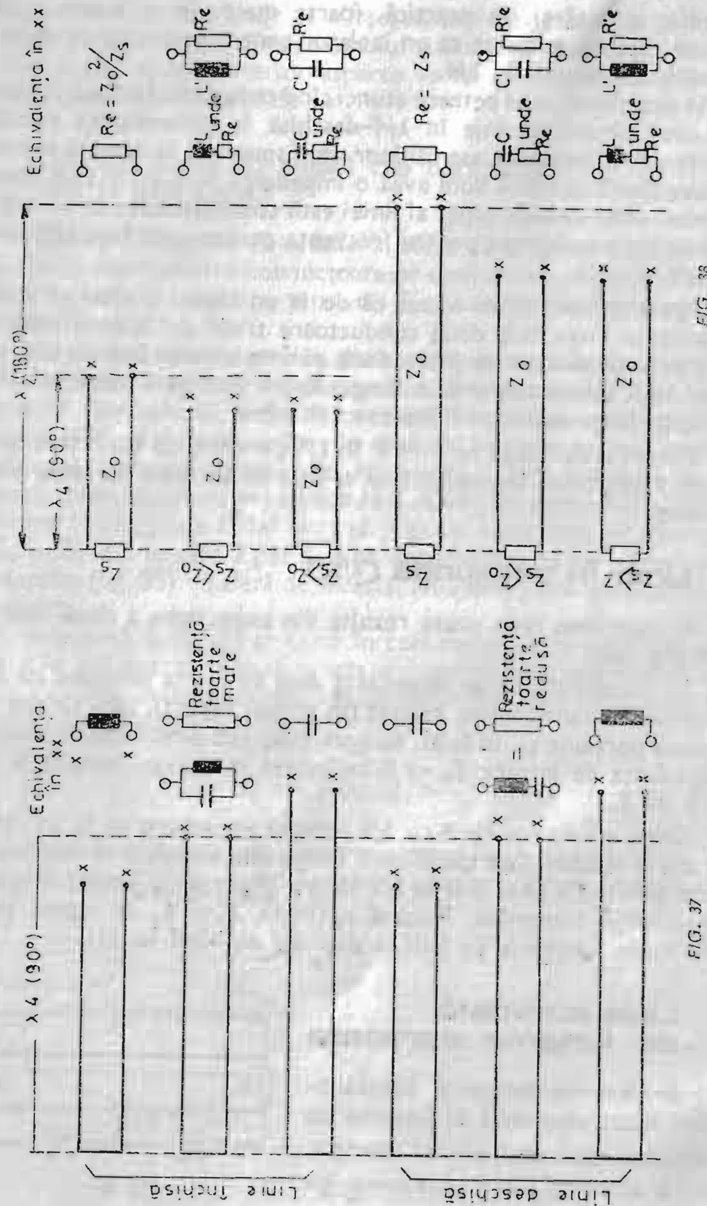


FIG. 37

FIG. 38

terminală pur rezistivă, pentru a prezenta o impedanță reactivă (fie inductivă, fie capacitivă). Privind fig. 37 vom putea vedea ce se poate întîmpla în asemenea cazuri, comparativ cu linia în λ/4. În fig. 38 sînt date indicații de același ordin asupra naturii impedanței oferite de liniile ale căror terminații sînt prost adaptate.

Alegerea tipului liniei de alimentare

O asemenea alegere, cu care este confruntat fiecare radioamator, este o problemă de analizat în fiecare caz.

Se susține adeseori că liniile de transmisie de lungime redusă trebuie realizate în exclusivitate astfel încît să lucreze în unde progresive, pentru a evita pierderile pe care le-ar putea provoca maximele de tensiune și intensitate în cazul lucrului în unde staționare.

Dacă însă linia lucrînd în unde progresive nu este corect realizată și dacă impedanța ei la punctul de conectare prezintă o dezadaptare, cînd schimbăm frecvența de lucru din mijlocul benzii către capetele acesteia, pierderile vor fi mai mari decît în cazul unei linii de aceeași lungime, cu conductoare distanțate, funcționînd cu unde staționare, cînd putem asigura un acord exact cu ajutorul circuitului de cuplaj.

Astfel, dacă repartiția undelor staționare la capătul liniei de alimentare, conectată la antenă, dă ultimele două noduri de intensitate, în punctele N și N' (fig. 39), și dacă aceasta se termină cu punctele M și M', înaintea maximelor de intensitate, putem lungi artificial linia pînă în V și V', acționînd asupra numărului de spire al bobinei L, pentru compensarea lungimii de undă.

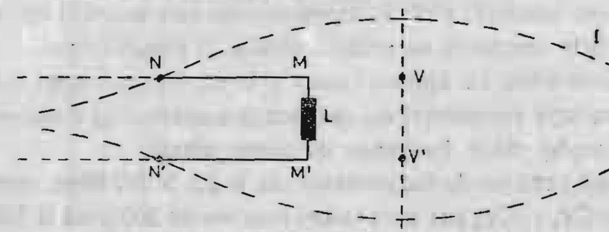


FIG. 39

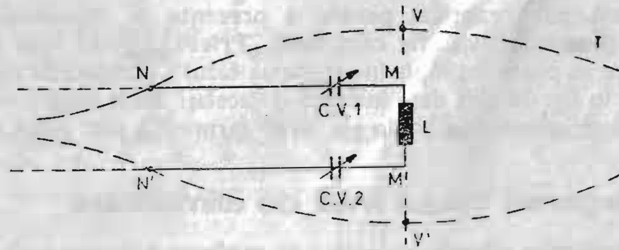


FIG. 40

Cum însă un acord variabil al liniei prezintă numai în acest mod inconvenientul unei discontinuități, deoarece putem acționa numai din spiră în spiră pe bobinajul L, în practică se mărește puțin numărul de spire al acestei bobine și se conectează în serie două condensatoare variabile CV_1 și CV_2 (fig. 40), cu care putem asigura un reglaj continuu. De menționat că acțiunea acestor două condensatoare este nulă în cazul cînd sînt situate în punctele N și N' ale liniei, respectiv în noduri de intensitate.

Este posibil să realizăm acordul precis și prin utilizarea unui singur condensator, conectat în mijlocul bobinei L, care se realizează cu o întrerupere la mijloc.

În cazul unei linii mai lungi, la care extremitățile M și M' sînt așezate în maximum de intensitate sau dincolo de acesta, este bine să realizăm bobine ceva mai mari și apoi să retușăm prin reducerea capacității condensatoarelor variabile.

De fapt, în cazul acordului serie al liniei menționate, numărul de spire al bobinei L se determină experimental, în două moduri :

— Mărind numărul de spire al bobinei L (spiră cu spiră), cuplată la etajul final al emițătorului acordat pe frecvența de lucru dorită, și reglînd de fiecare dată CV_1 și CV_2 de la capacitatea minimă la cea maximă, pînă în momentul în care acordul optim se traduce prin creșterea curentului anodic al etajului final.

— Controlînd cu ajutorul unui grid-dip-metru cuplat cu bobina L variația rezistenței de rezonanță a antenei și a sistemului său de cuplaj către frecvența de lucru aleasă.

În cazul benzilor de radioamatori de la 3,5 la 200 MHz, condensatoarele CV_1 și CV_2 pot avea valori maxime de 200 pînă la 500 pF, cu distanța între lame prevăzută pentru tensiuni de lucru de 2 000 V

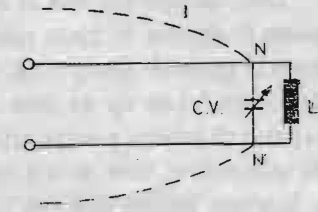


FIG. 41

Cînd repartiția undelor staționare indică prezența nodurilor de intensitate N și N' la capătul liniei (fig. 41), putem conecta direct un circuit acordat pe frecvența de lucru L—CV.

Valoarea bobinajului L este cea pentru care circuitul, prin variația capacității condensatorului variabil, acoperă gama de lucru dorită.

Cînd antena trebuie să acopere o bandă de frecvențe ca în cazul celor de radioamatori, presupunînd că nodurile de intensitate N și N' se situează la extremitatea liniei pentru frecvența din mijlocul benzii, este clar că pentru cele două capete ale benzii aceste noduri vor fi într-o parte sau alta a punctelor N și N'.

Cînd diferența dintre cele două puncte nu depășește $\pm 0{,}1\ \lambda$, acordul poate fi refăcut prin reglajul condensatorului variabil CV.

Pentru a defini poziția punctelor N și N' pe linie, deconectăm circuitul L—CV de la linie și îl acordăm pe frecvența de lucru prevăzută pentru antenă. Apoi conectăm linia la bornele circuitului L—CV și manevrăm condensatorul CV pentru a stabili punctul de acord optim.

Dacă valoarea condensatorului CV nu s-a schimbat, punctele N și N' sînt situate la capătul liniei. Dacă acordul condensatorului variabil CV este modificat în plus sau în minus, în fig. 42 se indică modul în care se plasează nodurile de intensitate.

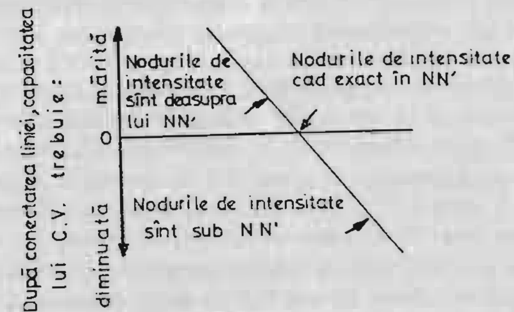


FIG. 42

Deci un acord precis al liniei de alimentare sau al ansamblului poate fi obținut în toate cazurile, îmbunătățind substanțial randamentul general. Desigur că, pentru fiecare caz, radioamatorul va decide ce fel de tip de linie de alimentare va utiliza. Trebuie însă reținut că pentru a evita acțiunea reciprocă dintre antenă și linia de alimentare, vom instala linia în unghi drept față de antenă, pe o lungime de cel puțin $\lambda/4$.

Alimentarea antenelor și adaptarea liniilor de alimentare

După cum am văzut în capitolul anterior, alimentarea antenelor se poate face prin două metode, și anume : cu ajutorul liniilor de alimentare acordate și neacordate. Pentru ambele cazuri dimensionarea corectă a liniilor permite transmiterea energiei maxime de radiofrecvență la antenă.

Linia de alimentare acordată

Într-o linie de alimentare acordată cu lungimea $\lambda/2$ sau $n\lambda/2$ apar unde staționare (fig. 43).

Distribuirea tensiunii și a curentului în linie, la o distanță mică între conductoarele liniei, duce la compensarea cîmpurilor electromagnetice create, radiația liniei de alimentare fiind nulă sau foarte redusă.

Prin intermediul unei linii de alimentare acordate se poate alimenta orice antenă în rezonanță și, de asemenea, se poate produce adaptarea impedanțelor (fig. 44).

În fig. 44 a este prezentată o antenă în semiundă alimentată cu o linie în $\lambda/2$ (semiundă) acordată. Impedanțele de intrare din punctele zz și z'z' sînt egale. Dacă aceeași antenă este excitată cu o frecvență dublă, ea lucrează în λ (lungime de undă), iar lungimea electrică a liniei este egală de asemenea cu λ, impedanțele din punctele zz și z'z' rămînînd în continuare egale fig. (44 b).

În general, o antenă în $\lambda/2$ poate fi alimentată pe orice frecvență armonică mai înaltă (2 λ ; 2,5 λ ; 3 λ ; 3,5 λ etc.). Impedanța de intrare din cele două puncte se menține în raportul 1/1.

În cazul cînd alimentarea antenei se face printr-o linie de alimentare cu lungimea egală cu $\lambda/4$ sau un număr multiplu de $\lambda/4$, se produce o transformare a impedanței de intrare, ca urmare



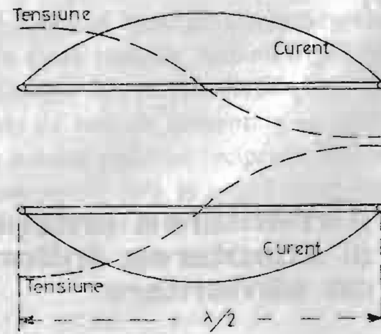


FIG. 43

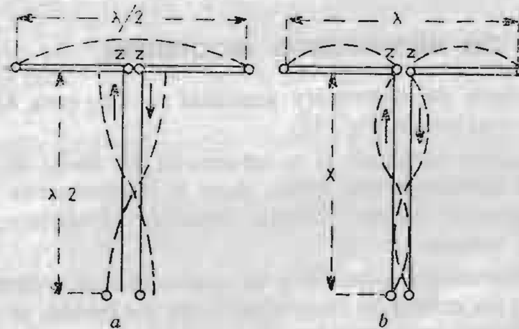


FIG. 44

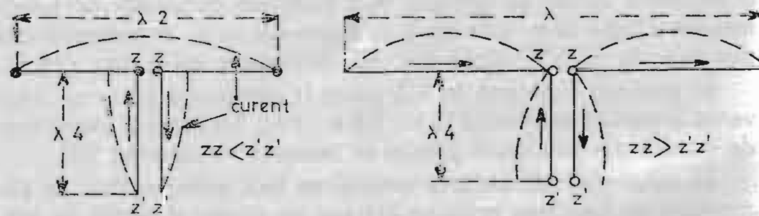


FIG. 45

a faptului că raportul dintre tensiunea și curentul de la capătul liniei de alimentare se schimbă în raport invers la începutul liniei (fig. 45).

Avantajul principal al liniilor acordate constă în aceea că antena poate fi alimentată nu numai de frecvența principală de lucru, ci și de toate armonicile sale înalte. Exemplu : o antenă în λ pentru banda de 80 m, cu o linie de alimentare acordată în λ/2, poate fi folosită în toate benzile de radioamatori. Pentru banda de 40 m antena va lucra în 2 λ, iar linia de alimentare în λ, pentru banda de 20 m antena va lucra în 4 λ, iar linia de alimentare în 2 λ și așa mai departe. În toate aceste cazuri, impedanța de intrare a antenei din punctele zz se transmite nemodificată în punctele z'z'.

Distanța dintre conductoarele liniei se stabilește ca o soluție de compromis. Astfel, pentru a evita radiația liniei de alimentare, este bine ca distanța dintre cele două conductoare să fie cît mai mică, iar pentru reducerea pierderilor este de dorit ca distanța să fie cît mai mare. Practic, pentru benzile de 80 și 40 m, distanța recomandată între conductoare este de 15—20 cm, iar pentru benzile de 20, 15 și 10 m, de 10 cm. La o linie de alimentare pentru toate benzile, distanța practică este de 10—15 cm.

În liniile de alimentare acordate apar unde staționare și, pentru a evita pierderile, se folosesc conductoare groase și izolatoare ce distanțează conductorii, de foarte bună calitate.

La puteri mai reduse de radiofrecvență se pot folosi cablurile panglică, la care vom ține seama de coeficientul de scurtare. Aceste cabluri, deși prezintă oarecare pierderi, sînt însă foarte practice.

Pentru adaptarea liniilor de alimentare la ieșirea emițătorului, se prevede în cele mai dese cazuri conectarea unui element de acordare, de obicei condensatoare cu capacitate variabilă (fig. 46).

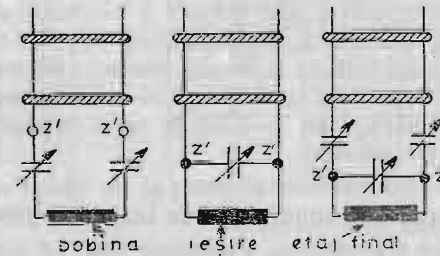


FIG. 46



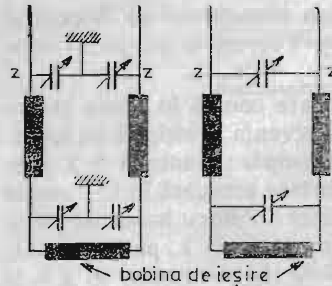


FIG. 47

Dar cele mai bune rezultate se obțin folosind filtre simetrice (fig. 47).

În continuare, vom analiza mai amănunțit problema acordării și adaptării liniilor.

Adaptarea liniilor de alimentare

Impedanța caracteristică a liniilor de alimentare este în sine o rezistență ohmică și nu depinde de frecvență sau de lungimea liniei. Cînd impedanța de intrare a antenei este egală cu impedanța caracteristică a liniei, iar aceasta la rîndul ei este adaptată cu ieșirea emițătorului, energia de radiofrecvență ajunge în antenă fără pierderi sensibile, printr-o linie de alimentare de orice lungime.

Linia de alimentare adaptată funcționează în regim de unde progresive, deosebit de regimul de unde staționare, prin aceea că păstrează pe toată lungimea liniei valori constante ale tensiunii și curentului, lipsind nodurile și maximele de tensiune și curent, ce se produc în cazul undelor staționare.

Pierderile, în cazul regimului de unde progresive, sînt mai mici ca în regimul de unde staționare, tocmai ca urmare a lipsei acestor maxime și minime de tensiune și curent, care cresc pierderile ohmice, cît și pe cele în dielectric. Aceste considerente explică de ce în gama undelor scurte și ultrascurte se preferă alimentarea în regim de unde progresive.

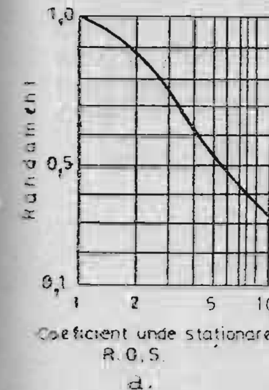
În linia de alimentare adaptată, pierderile sînt condiționate în special de rezistența longitudinală a liniei și de pierderile în materialul izolant folosit. Ca urmare a efectului de suprafață, rezistența longitudinală a conductorului crește substanțial la frecvențe mai înalte față de curentul continuu. Rezistența conductoarelor multifilare crește cu 0,25 față de valoarea rezistenței unui conductor echivalent și de 2—3 ori în cazul împletiturilor metalice ale cablurilor coaxiale.

Transportul fără pierderi al energiei de radiofrecvență de la emițător la antenă este condiționat de adaptarea precisă a impendanței de intrare a antenei cu impedanța liniei de alimentare, și a acesteia din urmă, cu ieșirea emițătorului. Lipsa adaptării duce la apariția undelor reflectate, a căror interacțiune cu undele inițiale dă naștere undelor staționare și, respectiv, creșterii pierderilor.

Pentru a măsura adaptarea între linia de alimentare și sarcină se folosește coeficientul de unde staționare (SWR — Standing Wave Ratio), prin care înțelegem raportul între cea mai mare valoare a tensiunii sau curentului în linie și valoarea cea mai mică. Astfel, în cazul undelor progresive tensiunea și curentul fiind egale pe toată lungimea liniei, acest coeficient este egal cu 1. În practică, se acceptă valori pînă la 2.

Curba prezentată în fig. 48 a arată valorile randamentului la generator, la diferite valori ale coeficientului de unde staționare, iar cele din fig. 48 b, pierderile de linie.

Pentru determinarea pierderilor totale în linie se stabilesc în primul rînd pierderile prin absorbție. Plecînd de la această valoare trecută pe axul orizontal și trăgînd o dreaptă pînă la curba coeficientului de unde staționare măsurat (SWR), vom găsi pe axul coordonatelor valoarea pierderilor produse ca urmare a neadaptării.



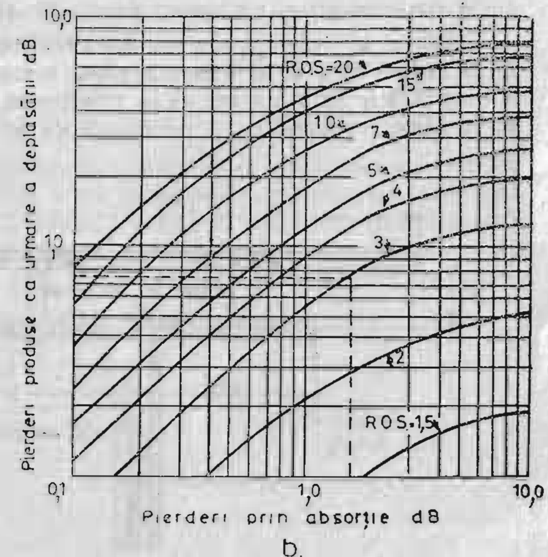


FIG. 48

Dispozitive de adaptare și transformare

În foarte multe cazuri, la stațiile de radioamator, rezistența de intrare a antenei nu corespunde cu impedanța caracteristică a liniei de alimentare, apărînd în acest mod necesitatea unor dispozitive de adaptare și transformare a impedanței, pe care le vom analiza în continuare.

Dispozitiv de adaptare în formă de T

Se folosește în cazul cînd rezistența de intrare a antenei este mai mică decît impedanța liniei de alimentare. În fig. 49 sînt prezentate construcția și dimensiunile unui asemenea dispozitiv. Știm că în cazul oscilatorului în semiundă rezistența are valoare maximă la capete și minimă la mijloc, unde tensiunea este minimă și curentul maxim.

Prin deplasarea celor două bride mobile simetric față de centrul oscilatorului, obținem pe acesta rezistența dorită, care să se adapteze cel mai bine cu impedanța liniei de alimentare folosite.

Să analizăm acum un aspect particular al adaptării în T.

Teoretic, ar trebui ca cea mai mare rezistență a acestei adaptări să se obțină cînd bridele mobile ajung la capetele oscilatorului în semiundă, dar în acest caz el se transformă într-un oscilator în buclă (dipol repliat), cu o rezistență de intrare de 260–280 Ω

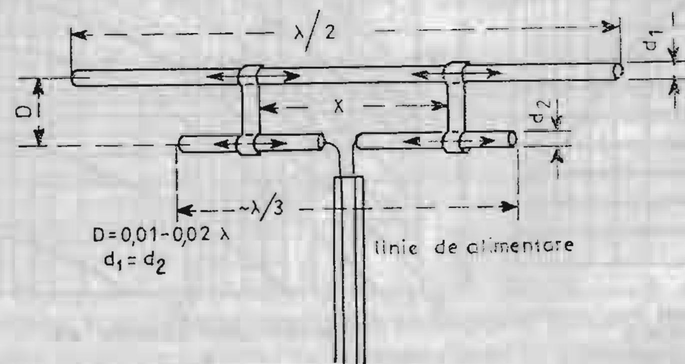


FIG. 49

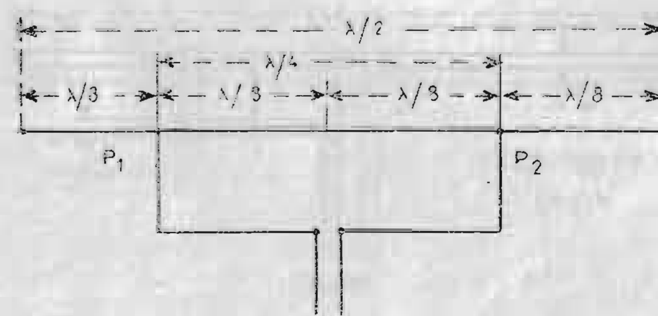


FIG. 50

(fig. 50). Practic, cea mai mare rezistență de intrare se obține prin fixarea bridelor aproximativ la mijlocul distanței față de capetele oscilatorului.

Rezistența schemei de adaptare în T se poate mări prin micșorarea diametrului conductorului d_2 în comparație cu d_1, ca și a distanței dintre cele două conductoare.

În continuare, dăm un exemplu de calcul pentru un dispozitiv de adaptare în T, în cazul unui dipol în semiundă, cu rezistența de intrare de aproximativ 70 Ω și a unei linii de alimentare bifilară, simetrică, avînd impedanța 600 Ω.

Dimensiunile se calculează cu aproximație astfel:

$$X\ (\text{cm}) = \frac{5\,500}{f(\text{MHz})};\quad D\ (\text{cm}) = \frac{290}{f(\text{MHz})}.$$

În cazul cînd alimentarea se face prin cablu coaxial, element asimetric, este necesară, afară de adaptare, și simetrizarea de care am vorbit anterior. O metodă destul de ușoară de simetrizare în cazul cablului coaxial este cea arătată în fig. 51, adică cele două cabluri montate paralel, avînd cămășile metalice conectate îm-

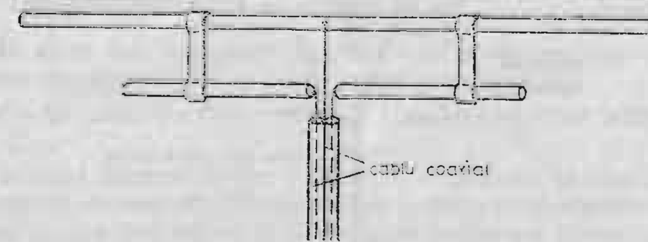


FIG. 51

FIG. 52

preună. Vom ține seama de faptul că în acest caz impedanța caracteristică a liniei simetrice obținută este de circa 2 ori mai mare ca a cablului coaxial folosit. Exemplu : circa 120 Ω în cazul cablului de 60 Ω și circa 150 Ω în cazul celui de 75 Ω.

Dispozitiv de adaptare în formă de X

În acest caz cablul asimetric se conectează la oscilator după o schemă asimetrică (fig. 52), ceea ce permite atît adaptarea, cît și simetrizarea.

Dispozitiv de adaptare în formă de Δ

Nu se deosebește ca principiu funcțional de schema în T (fig. 53) și se folosește de asemenea cu succes. Raportul X : D trebuie să fie aproximativ egal cu 1 : 1,25. În cazul adaptării unui oscilator în semiundă cu o linie de alimentare simetrică, avînd impedanța

FIG. 53

FIG. 54

600 Ω, formula de calcul va fi : $X = \frac{3\,600}{f(MHz)}$ în cazul antenelor pentru unde scurte și $X = \frac{3\,450}{f(MHz)}$ în cazul antenelor pentru ultrascurte, iar $D = \frac{4\,510}{f(MHz)}$.

Atunci cînd linia de alimentare are impedanța mai mică, se micșorează corespunzător distanța X.

În cazul alimentării prin cablu coaxial, conectarea se face asimetric (fig. 54).

Dispozitivele de adaptare descrise permit, prin reglajele practice făcute după conectarea provizorie, conform calculului, obținerea unui coeficient de unde reflectate sub 1,5. De fapt, partea cea mai dificilă este acest reglaj optim al punctelor de conectare pe oscilatorul în semiundă, ținînd seama de condițiile de suspendare a antenei.

Mai comodă din punct de vedere constructiv, în cazul cînd cunoaștem rezistența de intrare a antenei, este folosirea unui transformator de adaptare.

Transformator de adaptare în λ/4

În acest caz, impedanța caracteristică a segmentului ce formează transformatorul se poate stabili prin formula :

$z = \sqrt{z\ \text{antenă} \cdot z\ \text{linie}}$, execuția constructivă fiind arătată în fig. 55.

În afara folosirii liniilor bifilare cu impedanța necesară construite de radioamatori, putem folosi și liniile bifilare existente în comerț, care însă vor duce la o ușoară creștere a pierderilor de radiofrecvență, sau mai multe asemenea linii, montate în paralel,

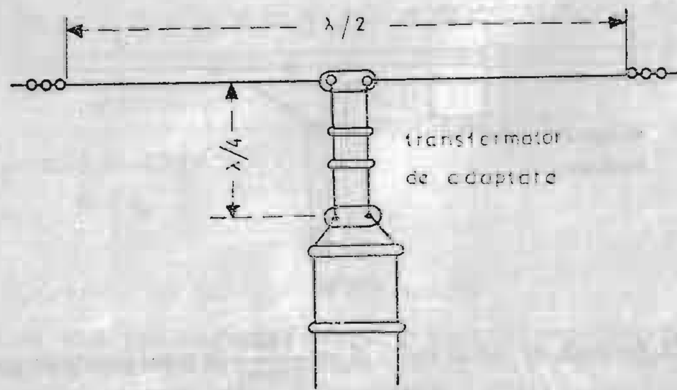


FIG. 55

pentru obținerea impedanței dorite. De exemplu prin conectarea în paralel a două segmente de linie bifilare cu impedanța caracteristică de 280 Ω obținem o impedanță de 140 Ω.

Menționăm însă că în cazul liniilor conectate în paralel, acestea trebuie să se influențeze cît mai puțin, și va trebui să ținem seama

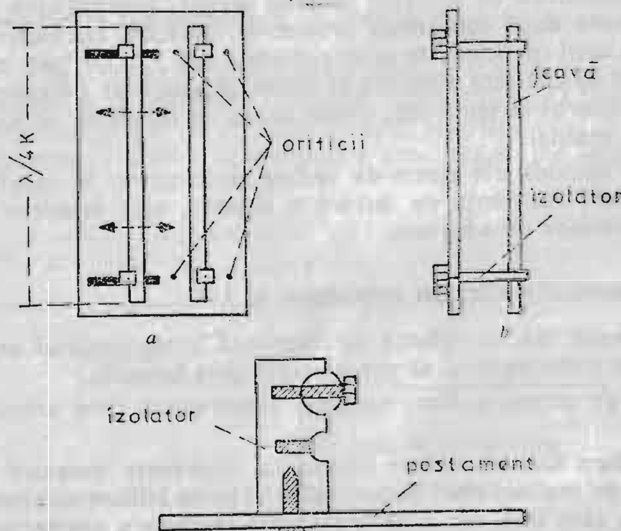


FIG. 56

de coeficientul de scurtare a liniilor bifilare tip panglică, care este egal cu circa 0,82. Un neajuns al acestui sistem este faptul că pentru corecția suplimentară a adaptării trebuie să avem posibilitatea, în anumite limite, să schimbăm impedanța caracteristică a segmentului de adaptare.

Pentru undele ultrascurte putem folosi construcția segmentului indicată în fig. 56 a.

Tubul din stînga poate fi mișcat în două tăieturi transversale făcute la bază din carton sau placaj (50 × 20 cm). Tubul din dreapta se fixează la bază, la alegere, la una din cele trei poziții create de cele trei orificii prevăzute în partea din dreapta a bazei. Prin aceste modalități de fixare a tuburilor liniei de transformare se poate modifica distanța dintre ele, atît în mod continuu, cît și în salturi. Tuburile se fixează pe suporturi izolante, adaptate pentru țevi cu diametre diferite (fig. 56 b). Cu o asemenea construcție putem obține impedanțe de la 150—500 Ω.

Buclă de adaptare în λ/4

Reprezintă un mijloc practic de obținere a unei adaptări optime. Distribuția tensiunii în oscilatorul în semiundă (fig. 57) și în segmentul λ/4 corespunde în caz de rezonanță cu distribuția rezistenței în diferite puncte ale liniei.

În punctele zz rezistența este de circa 70 Ω, ceea ce corespunde cu minimum de tensiune. Pornind de aici și pînă în punctele z'z', tensiunea crește treptat ca și rezistența, care în punctele z'z' ajunge la mai multe mii de Ω. Pentru o adaptare corectă trebuie să găsim punctele pe linia de adaptare în λ/4, în care rezistența să fie egală cu impedanța liniei de alimentare. Linia de adaptare deschisă la capăt (fig. 58) se folosește în cazul cînd impedanța liniei de alimentare este mai mică decît rezistența de intrare a oscilatorului în semiundă.

În cazul cînd linia de adaptare se conectează la un oscilator cu o mare rezistență de intrare, ca de exemplu un oscilator în λ, atunci la capătul deschis al acesteia avem rezistența minimă, respectiv tensiunea minimă, iar punctele z'z' pot fi scurtcircuitate, apărînd o buclă închisă.

Astfel, cu ajutorul unei bucle în λ/4 se pot adapta antene cu diferite rezistențe de intrare, cu linii de alimentare de diferite impedanțe, fără a fi nevoie să cunoaștem cu precizie ambele valori. Este însă necesar să știm dacă rezistența de intrare a antenei este mai mare sau mai mică decît impedanța liniei de alimentare.



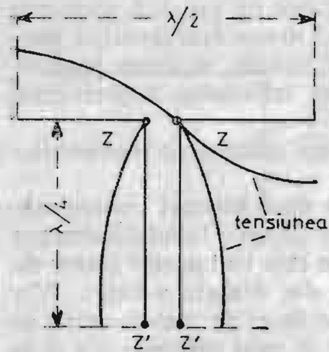


FIG. 57

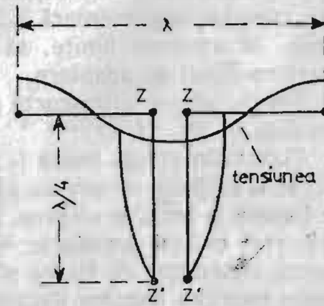


FIG. 58

Dacă rezistența antenei Z_A este mai mare ca Z, impedanța liniei, vom folosi bucla închisă, respectiv linia de adaptare scurtcircuitată la capăt, iar în cazul cînd Z_A este mai mică decît Z, vom folosi linia de adaptare, respectiv bucla întreruptă (fig. 59).

Prin mutarea punctului de conectare a liniei de alimentare pe linia de adaptare, respectiv pe buclă, vom obține poziția de adaptare optimă, corespunzînd unui coeficient de unde reflectate cît mai apropiat de 1.

În cazul cînd valoarea acestui coeficient este prea ridicată, procedăm la lungirea sau scurtarea buclei. Modificarea lungimii buclei în λ/4 depinde de corelația dintre rezistența de intrare a antenei Z_A și impedanța caracteristică a liniei de alimentare Z, și anume de raportul $Z_A/Z(Z/Z_A)$.

Exemplu: la o antenă cu rezistența 600 Ω alimentată de o linie cu impedanța 150 Ω, relația Z_A/Z este egală cu 4.

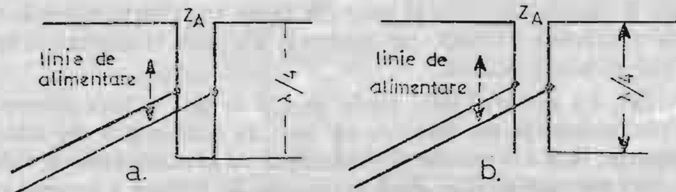


FIG. 59

În tabelele 1 și 2 sînt arătate dimensiunile buclei necesare obținerii unei adaptări precise. De exemplu, o buclă cu lungimea de λ/4 permite o adaptare precisă cînd relația Z/Z_A (Z_A/Z) este egală sau mai mare ca 10.

TABELUL 1

Coeficientul Z/ZA	Lungimea buclei în λ
1,5 : 1	0,165
2,0 : 1	0,190
2,5 : 1	0,210
3,0 : 1	0,225
4,0 : 1	0,230
5,0 : 1	0,235
6,0 : 1	0,240
8,0 : 1	0,245
10,0 : 1	0,250
15,0 : 1	0,250
20,0 : 1	0,250

TABELUL 2

Coeficientul ZA/Z	Lungimea buclei în λ
1,5 : 1	0,325
2,0 : 1	0,310
2,5 : 1	0,290
3,0 : 1	0,280
4,0 : 1	0,270
5,0 : 1	0,265
6,0 : 1	0,260
8,0 : 1	0,255
10,0 : 1	0,250
15,0 : 1	0,250
20,0 : 1	0,250

Cînd această relație este mai mică decît 10, trebuie modificată lungimea buclei; prin scurtare, cînd bucla este deschisă, prin lungire, cînd aceasta este închisă.

Graficele din fig. 60 și 61 conțin datele necesare pentru calculul parametrilor unei bucle de adaptare în cazul cînd impedanța liniei de alimentare este egală cu rezistența de intrare a buclei de adaptare.

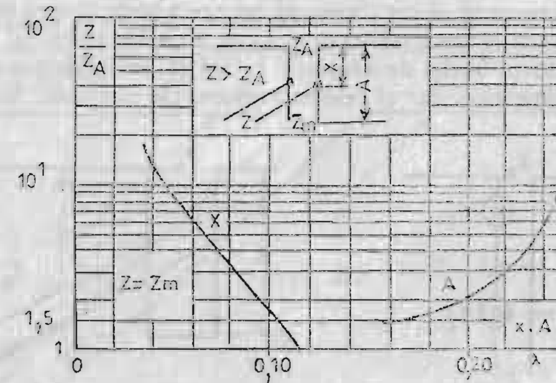
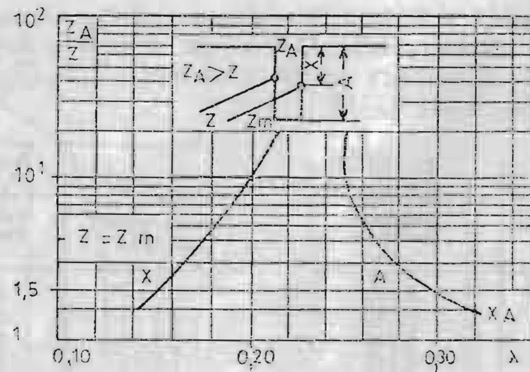


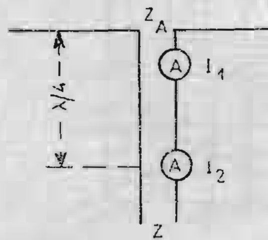
FIG. 60

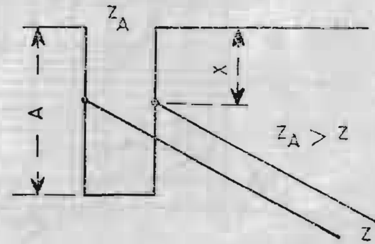

FIG. 61

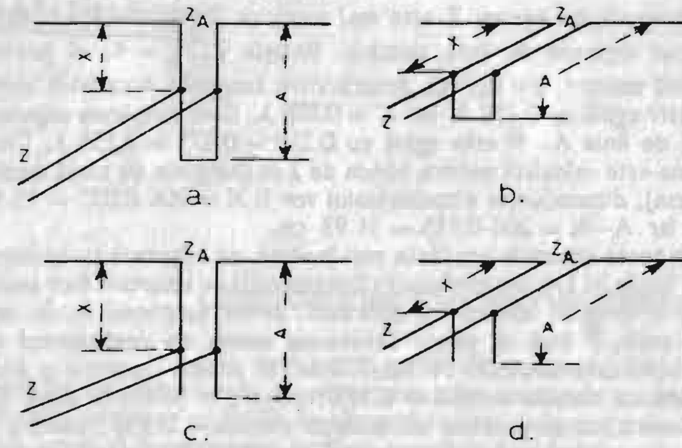
Cînd nu cunoaştem nici rezistenţa de intrare a antenei, nici impedanţa liniei de alimentare, vom conecta linia la antenă, fără buclă de adaptare şi vom măsura coeficientul undei reflectate, care ne va da relaţia Z_A/Z sau Z/Z_A. Cunoscînd că $Z_{(A)}$ este mai mare sau mai mică decît impedanţa liniei Z, lungimea A a buclei şi punctul X de conectare pot fi determinate direct prin curbele din fig. 60 sau 61.

Pentru a determina dacă rezistenţa de intrare a antenei Z_A este mai mare sau mai mică decît impedanţa caracteristică a liniei Z, măsurăm curentul de radiofrecvenţă direct în punctul de conectare a antenei şi la o distanţă de λ/4 (fig. 62). Dacă valoarea curentului este mai mare în punctul de conectare decît în cel de al doilea, înseamnă că rezistenţa de intrare a antenei este mai mică decît impedanţa caracteristică a liniei de alimentare, şi invers.

Cu ajutorul buclei de adaptare în λ/4 se pot adapta nu numai antenele simetrice, dar şi cele asimetrice. De exemplu, în fig. 63


FIG. 62


FIG. 63


FIG. 64

se prezintă adaptarea unui oscilator în semiundă cu alimentarea la un capăt. Cum la capetele oscilatorului avem tensiune mare, respectiv o rezistenţă de intrare Z_A mai mare ca impedanţa liniei de alimentare, vom folosi o buclă în λ/4 închisă.

Adaptarea antenei cu linia se poate face şi cu ajutorul unui segment de linie, care se deosebeşte de bucla în λ/4 numai prin construcţia sa (fig. 64). Adaptarea în acest mod are unele avantaje constructive.

De exemplu, la adaptarea unei antene cu rezistenţa de intrare $Z_A = 70\ \Omega$ cu o linie din panglică cu impedanţa 280 Ω, trebuie ca la distanţa X de punctul de conectare a liniei de antenă să conectăm un segment cu lungimea A—X confecţionat din aceeaşi panglică (fig. 65).

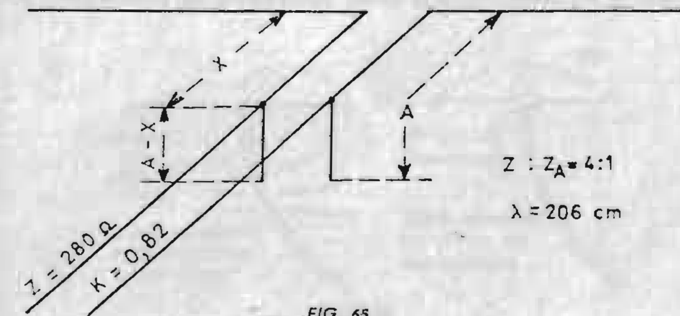


FIG. 65

În exemplul nostru Z este mai mare ca Z_A şi de aceea folosim un segment de linie deschis. Relaţia $Z/Z_A = 4$, şi pentru această valoare, din fig. 60, determinăm lungimea A ca fiind aproximativ egală cu 0,230 λ, iar X = 0,075 λ. Deci lungimea segmentului de linie A—X este egală cu 0,230 — 0,075 = 0,155 λ. Dacă antena este calculată pentru banda de 2 m (lungime de undă medie 206 cm), dimensiunile dispozitivului vor fi X = 206·0,075 = 15,45 cm, iar A—X = 206·0,155 = 31,93 cm.

În toate situaţiile analizate mai înainte, de adaptare cu ajutorul unei bucle în λ/4, am presupus că segmentul de adaptare face parte dintr-o linie de alimentare acordată, avînd lungimea A. În calcule trebuie însă să ţinem totdeauna seama de coeficientul de scurtare, care depinde de tipul liniei, şi anume: pentru o linie bifilară cu izolaţia aeriană = 0,975; pentru o linie din două tuburi metalice şi paralele cu izolaţia aeriană = 0,950; pentru o linie din cabluri panglică cu impedanţa 240—300 Ω este cuprins între 0,800—0,840.

De menţionat că la o relaţie $Z_A/Z(Z/Z_A)$ ce depăşeşte valoarea 5, pierderile în conductoare şi în materialul dielectric folosit cresc pe seama undelor staţionare şi trebuie să utilizăm pentru dispozitivele de adaptare linii de conductoare cu un diametru destul de mare şi o bună izolaţie dielectrică.

CAPITOLUL VII

Dispozitive de simetrizare

Cea mai mare parte din antenele folosite în benzile de unde scurte şi ultrascurte sînt simetrice şi pentru o corectă adaptare cu liniile de alimentare este necesar ca şi acestea din urmă să fie simetrice (cabluri panglică, linii ecranate cu două conductoare, linii cu două conductoare paralele).

Deoarece însă în majoritatea cazurilor folosim ca linie de alimentare cablu coaxial, care este asimetric, chiar dacă există concordanţă între rezistenţa de intrare a antenei şi impedanţa caracteristică a cablului, antena va fi încărcată asimetric prin cablu.

Aceasta are ca urmare deformarea diagramei de radiaţie a antenei şi apariţia unor curenţi de compensaţie care circulă prin împletitura metalică exterioară a cablului. Cablul de alimentare începe să emită unde electromagnetice, formîndu-se astfel o emisiune parazită ce provoacă perturbaţii în gamele de frecvenţe rezervate radioului şi televiziunii, şi scade randamentul antenei.

În fig. 66 sînt arătate diagramele de radiaţie ale unei antene dipol cu şi fără dispozitiv de simetrizare.

Pentru eliminarea acestor neajunsuri putem folosi circuite de simetrizare care se conectează între antena simetrică şi cablul de

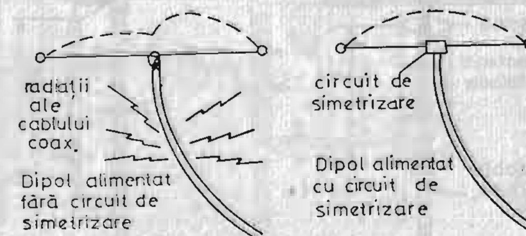


FIG. 66

alimentare nesimetric, rezultatul fiind un cablu coaxial de alimentare fără radiații, prin dispariția curenților peliculari din cămașa metalică a acestuia, deci o diagramă normală de radiație a antenei. Se elimină astfel radiația parazită a cablului, crește randamentul antenei, iar la antenele directive se obține un raport corespunzător înainte-înapoi.

Vom descrie în continuare cîteva circuite de simetrizare, împreună cu datele necesare realizării lor practice.

Transformator de simetrizare în λ/4

Construcția este arătată în fig. 67. Are aplicație în banda de unde scurte și ultrascurte. Lungimea tubului metalic exterior este (λ/4) 0,95. Cablul coaxial trece printr-un orificiu central realizat în șaiba metalică ce acoperă partea inferioară a tubului metalic și care conectează electric tubul metalic la cămașa metalică a cablului.

Partea superioară a tubului metalic se acoperă cu o șaibă din material izolator, în centrul căreia realizăm un orificiu pentru cablul coaxial.

De menționat că pe toată lungimea cablului, de la punctul de conectare cu partea inferioară a tubului metalic pînă la antenă, se scoate învelișul de protecție din material plastic al cablului. Pentru a evita pătrunderea umezelii în tubul metalic, acesta se etanșează la ambele capete.

Dispozitivul de simetrizare sau elementul de simetrie Pawsey

Folosit în banda de unde scurte, este arătat în fig. 68. Se utilizează un segment de cablu coaxial de același tip cu cel folosit pentru alimentarea antenei cu lungimea de (λ/4) 0,95.

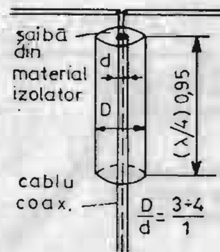


FIG. 67

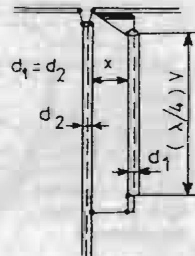


FIG. 68

Capătul inferior al segmentului se pune în scurtcircuit cu învelișul cablului. Distanța X nu este critică, fiind cuprinsă între 2–4 cm.

În fig. 69 este arătată o construcție mai simplă a dispozitivului de simetrizare, în care în locul segmentului de cablu se folosește o țeavă metalică al cărei diametru trebuie să fie egal cu al cămășii metalice exterioare a cablului.

Bucla de simetrizare

Prezentată în fig. 70, reprezintă o variantă a dispozitivului descris mai sus, cablul de alimentare de lungime corespunzătoare, curățat de învelișul de protecție exterior, introducîndu-se în tubul T.1 și asigurîndu-se astfel contactul direct între învelișul metalic al cablului și tubul metalic T.1.

Conductorul central al cablului se scoate din tubul T.1 printr-un izolator de trecere și se conectează la tubul T.2. Puntea de scurtcircuitare din partea inferioară a buclei notată cu P este mobilă, pentru determinarea experimentală a punctului optim.

Bucla de simetrizare în λ/4

Este prezentată în fig. 71 și se poate realiza ușor pentru orice frecvență din gama undelor scurte. Ea constă dintr-un segment de cablu coaxial cu lungimea electrică de λ/4.

Ținînd seama de coeficientul de scurtare al cablurilor coaxiale, care în medie este de circa 0,66, lungimea fizică a segmentului va fi (λ/4)–0,66.

Distanța între segmentul în sfert de undă și cablul de alimentare trebuie să fie minimum 5 cm. În punctul de conexiune la antenă, cablul și conductorii buclei de simetrizare se leagă în paralel cu încrucișare.

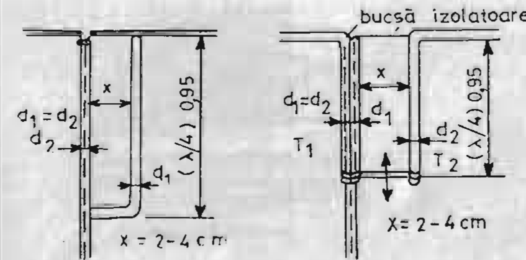


FIG. 69

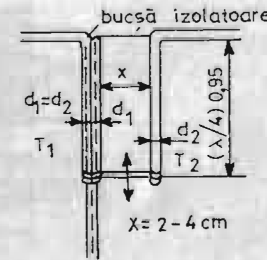


FIG. 70

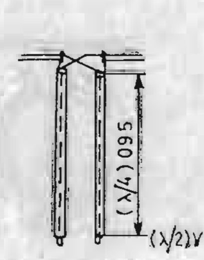


FIG. 71

Toate dispozitivele de simetrizare descrise pînă aici acționează ca transformatoare cu raportul 1 : 1, deci impedanța cablului coaxial de alimentare trebuie să fie egală cu impedanța de intrare a antenei.

Dispozitiv de simetrizare sub formă de inel

Descris în fig. 72, asigură în afară de simetrizare și o transformare a impedanței. Bucla inelară se confecționează din același tip de cablu ca cel de alimentare.

Lungimea geometrică a buclei este de $(\lambda/2)\cdot K$, coeficientul K fiind, în funcție de tipul cablului, în jurul valorii de 0,66. Învelișul metalic al segmentului de cablu din buclă se conectează cu învelișul metalic al cablului de alimentare. Coeficientul de transformare a impedanței la acest dispozitiv este de 1 : 4, ceea ce permite alimentarea unei antene cu rezistența de intrare de 300 Ω printr-un cablu coaxial cu impedanța de 75 Ω.

Transformatorul de simetrizare

Se poate realiza legînd doi segmenți de linie de alimentare bifilară sau cablu coaxial de lungimi egale — la un capăt în paralel, iar la celălalt capăt în serie. În acest caz coeficientul de transformare a impedanțelor este 1 : 4. Impedanța caracteristică a liniei Z, din care realizăm transformatorul în cazul legării în paralel — se transformă în Z/2 fără simetrie față de pămînt, iar în cazul legării în serie obținem o impedanță $2\cdot Z$ simetrică față de pămînt. Lungimea ambilor segmenți este $\lambda/4$, iar pentru determinarea lungimii fizice folosim formula $(\lambda/4)\cdot K$, coeficientul K fiind specific fiecărei linii de alimentare. În fig. 73 este prezentată construcția unui asemenea transformator din panglică bifilară și din cablu coaxial.

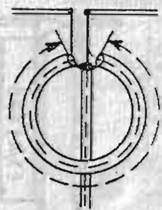


FIG. 72

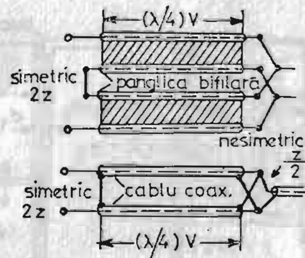


FIG. 73

Dispozitivele de simetrizare descrise pînă aici au dezavantajul că pot lucra pe o singură frecvență, stabilită dinainte, deci pentru traficul de radioamator pot fi folosite pentru lucrul într-o singură bandă de unde scurte sau ultrascurte.

În continuare vom descrie cîteva dispozitive care pot asigura simetrizarea într-o gamă mai largă de frecvențe, cuprinzînd 3 pînă la 5 benzi de radioamatori.

Bobină dublă coaxială, ca dispozitiv de simetrizare

Din cablu coaxial se realizează o bobină de 20 spire, cu diametrul spirelor 100 mm, iar la un capăt al bobinei, atît conductorul central, cît și cămașa metalică se conectează la cămașa metalică a buclei, astfel încît distanțele de la jumătatea bobinei pînă la locul lipirii să fie egale.

La mijlocul bobinei cablul se curăță de învelișul exterior pe o distanță de 3—4 cm și, la conductorul central al cablului, ca și la una din cămășile metalice, se lipesc conductoarele ce fac legătura cu antena.

Ansamblul general al bobinei este prezentat în fig. 74, iar modul de conectare la antenă, în fig. 75.

Bobina descrisă asigură conectarea cablului coaxial asimetric la antene simetrice de aceeași impedanță și posibilitatea de lucru în gama de frecvențe cuprinse între 10—30 MHz, respectiv benzile de radioamatori de 14, 21 și 28 MHz. Acest dispozitiv de simetrizare a fost realizat și experimentat de radioamatorul DL1UX.

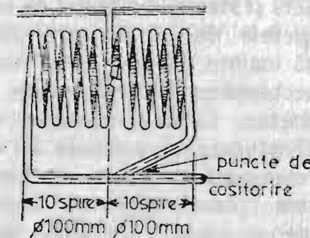


FIG. 74

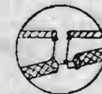


FIG. 75

Transformator-balun, din cablu coaxial

În prezent, de o largă răspîndire se bucură transformatoarele „balun" din cablu coaxial sau pe miezuri de ferită.

Balunul din cablu coaxial se confecționează din cablu similar cu cel folosit la alimentarea antenei. Ca principiu de funcționare balunul cu cablu coaxial este asemănător cu elementul de simetrie Pawsey, cablul de alimentare al antenei fiind șuntat pe o anumită lungime cu o bucată de cablu de același tip, avînd dimensiuni critice.

Dacă porțiunea din cablul de alimentare șuntat este înfășurată sub forma unei bobine, iar bucata de cablu alăturată se spiralizează deasupra, în sens contrar, se obține un element de simetrizare de bandă largă.

Dăm mai jos datele unui asemenea balun, realizat de radioamatorul DL9ST, ale cărui rezultate nu sînt mai prejos de cele obținute cu balunuri comerciale. Așa cum se vede și din fig. 76 a, balunul este format din două bobinaje a cîte 3 1/2 spire fiecare, avînd un diametru exterior de 15 cm.

După conectarea celor două bucăți de cablu în partea dinspre antenă, locul de lipire se înfășoară mai întîi cu o bandă din material plastic cu autolipire și la nevoie se etanșează contra apei. Apoi se bobinează mai întîi bobina 2, pe o țeavă de 12 cm, și după 3 1/2 spire se fixează cu sfoară sau cu bandă adezivă, astfel încît după tragerea de pe țeavă să-și păstreze forma și să aibă diametrul exterior al bobinajului 15 cm.

Bucata de cablu lipită de bobina gata făcută se spiralizează acum în sens contrar bobinei 2 și după $3^1/_2$ spire se fixează la fel ca și cealaltă.

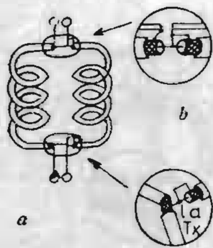


FIG. 76

Bandajînd apoi ambele bobine cu bandă adezivă din material plastic, se obține o formă compactă și stabilă din punct de vedere mecanic. Capetele de cablu, care au fost pregătite încă înainte de efectuarea bobinajelor, se conectează conform fig. 76 b și se izolează ermetic. Capătul dinspre cablul coaxial de alimentare se prevede cu o fișă coaxială. Se etanșează de asemenea bine legăturile dintre transformatorul balun și antenă, pe de o parte, și cablul de alimentare pe de altă parte.

Cu ajutorul acestui trafo-balun se poate efectua simetrizarea într-o bandă cuprinzînd 3—30 MHz, respectiv cuprinzînd 5 benzi de unde scurte pentru radioamatori.

Transformator-balun cu miez de ferită

Folosirea miezurilor de ferită cu pierderi mici face posibilă realizarea unor trafo-balunuri de mici dimensiuni, care pot fi conectate cu ușurință între antene și liniile de alimentare. Aceste balunuri sînt formate din bobinaje înfășurate pe miezuri circulare sau bare de ferită închise în cutiuțe de material izolant și prevăzute cu elemente de conectare la antenă și linia de alimentare. Cu toate dimensiunile reduse, prin asemenea trafo-balun se pot transmite puteri pînă la 1 kW. Miezurile inelare sînt formate din diferite tipuri de ferită, din care putem cita miezurile inelare din Ferroxcub 4C4 de tipul 2.P65 349.

Permeabilitatea miezurilor de ferită permite utilizarea transformatoarelor-balun pînă la frecvențe de peste 30 MHz, astfel încît ele pot fi folosite în toate benzile de unde scurte rezervate radioamatorilor.

Materialul miezurilor, împreună cu numărul de spire și cu valoarea rezistenței de sarcină, determină lărgimea benzii de lucru. Dacă se cere funcționarea într-o singură bandă, atunci numărul de spire este necritic, dar pentru funcționarea în gama 3—30 MHz numărul de spire al bobinajelor este critic, și anume opt spire, cum se indică și în fig. 77 a.

În aceeași figură sînt indicate și formele bobinajelor, ca și conectarea lor pentru rapoarte de transformare 1/1 și 1/4.

Diametrul conductoarelor izolate folosite este funcție de curentul maximal, din partea cu cea mai mică rezistență a transformatorului. Pentru puterile utilizate în mod frecvent de radioamatori sînt suficiente diametre de 0,8—1,0 mm.

În cazul folosirii ca linie de alimentare a unui cablu coaxial pentru alimentarea unei antene de aceeași impedanță, folosim trafo-balunul cu raportul 1/1, iar în cazul cînd impedanța antenei este de ordinul 300 Ω și cablul coaxial de alimentare are 75 Ω

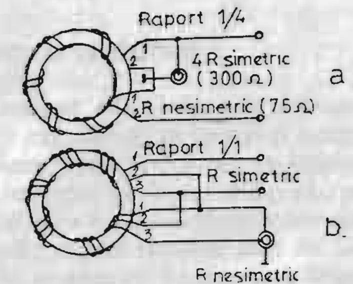


FIG. 77

impedanță, folosim trafo-balunul cu raportul 1/4. Teoretic, cu un asemenea trafo-balun se poate adapta cablul coaxial de 75 Ω sau alte valori, cuprinse între 52—75 Ω, și la antene cu impedanța mai mare, dar lărgimea de bandă se restrînge foarte mult.

O îngustare a benzii se produce de asemenea atunci cînd rezistența de sarcină are o componentă inductivă sau capacitivă mare. Ca urmare, una din condiții este o antenă corect realizată și reglată.

Pentru balunurile de bandă largă, cu raportul de transformare 1/1, este necesară și o înfășurare suplimentară, pentru a asigura magnetizarea corectă a miezului, din care motiv acest balun se compune dintr-o bobină trifilară (vezi fig. 77 b).

Introducerea dispozitivelor de simetrizare va aduce în toate cazurile o diagramă corectă de radiație a antenei, o creștere a cîștigului antenei, ca și eliminarea perturbațiilor TVI și BCI.

CAPITOLUL VIII

Antene acordate

Am văzut mai înainte că fiecare antenă are anumite frecvențe pentru care intră în rezonanță (frecvența fundamentală și armonicile sale) și pentru care la recepție obținem o creștere deosebită a curentului de radiofrecvență.

La emisie, pentru a obține o radiație maximă a radiofrecvenței este absolut necesar ca antena să fie acordată.

În general, acordul antenei se realizează prin dimensionarea corespunzătoare a elementului radiant (conductorul). Sînt și antene, cum ar fi antena Marconi și antena simetrică Levy, care acceptă inserarea de organe auxiliare (inductanțe și condensatoare variabile), permițînd acordul continuu într-o gamă de frecvențe mai largă.

Benzile de frecvențe folosite de radioamatori sînt în relații multiple între ele, de exemplu de la 1 la 2, ca între benzile de 3,5—7—14—28 MHz, sau de la 1 la 3, ca între cele de 7 și 21 MHz, ceea ce permite lucrul cu o antenă pe mai multe benzi. În această situație, de o deosebită importanță este alegerea punctului de alimentare a antenei.



Punctul de alimentare a antenei

În capitolele anterioare am analizat modul în care vibrează o antenă conectată la pămînt, ca și cea așezată orizontal și izolată de pămînt. Antena verticală se alimentează în ventrul de intensitate care se găsește la capătul ei inferior, iar în cazul lucrului pe multipli ai frecvenței de bază, cînd de-a lungul antenei avem mai multe sferturi de lungimi de undă, putem conecta linia de alimentare într-unul din maximele de intensitate situate de-a lungul conductorului.

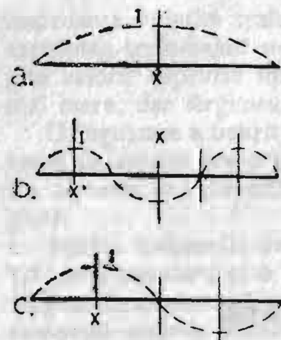


FIG. 78

Antena orizontală izolată la extremități permite conectarea liniei de alimentare în unul sau mai multe puncte de-a lungul său, după tipul liniei și după modul de lucru al antenei (pe frecvența fundamentală sau pe frecvențe armonice). Dacă linia este aperiodică, este obligatoriu ca punctul de conectare la antenă să corespundă unui maxim de intensitate (fig. 78).

În cazul funcționării multiband, existența unui maxim de intensitate la mijlocul antenei este condiționată de funcționarea acesteia fie în $\lambda/2$, fie în multipli impari ai acesteia : $3\lambda/2$; $5\lambda/2$; $7\lambda/2$ etc.

Deoarece în emisiunea de radioamator această suită de multipli nu corespunde relației dintre diferitele benzi alocate, antenele alimentate printr-o linie în unde progresive nu funcționează bine decît pe o singură bandă de radioamatori.

Astfel, aceeași antenă de la fig. 78 b poate fi alimentată prin conectarea liniei în punctul X', dar aceasta schimbă frecvența de lucru a antenei la $9\lambda/2$.

Antena în lungime de undă (fig. 78 c) poate fi de asemenea alimentată în punctul X, dar nu o putem folosi decît pe frecvențele de 3λ și 9λ.

Din contră, linia de alimentare acordată permite un număr mai mare de combinații utile și anume :

— Cu alimentare în mijloc (fig. 79), antena este acordată și utilizabilă pe fundamentala sa ($\lambda/2$) și pe armonicile acesteia. De remarcat că armonica a 2-a nu corespunde unei vibrații în undă întreagă, ca în fig. 78 c, ci uneia în două semiunde în fază.

— Cu alimentare la extremitate (fig. 80), trei noduri de intensitate sînt obligatorii în A, B și C. Deoarece avem un asemenea nod de intensitate la extremitatea conductorului liber al liniei, pentru asigurarea simetriei de repartiție a undelor staționare se impune un alt nod de intensitate în B. Pe de altă parte, dacă considerăm izolat conductorul radiant BC, acesta nu admite decît noduri de intensitate la cele două capete ale sale. Ținînd seama de aceste imperative, fig. 80 arată utilizarea antenei pe fundamentală și toate armonicile sale.

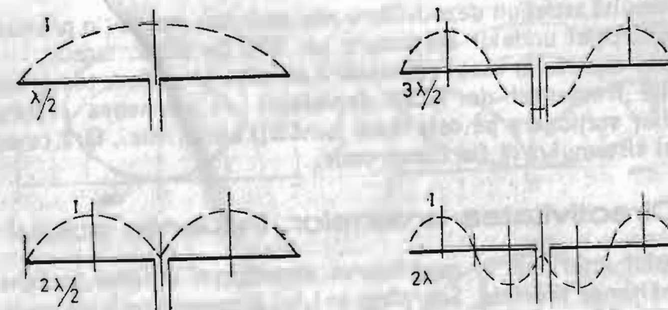


FIG. 79

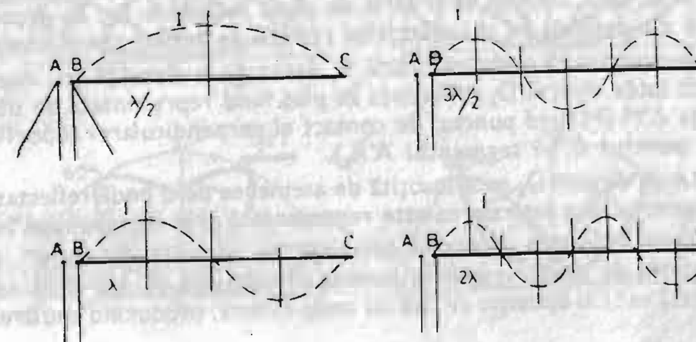


FIG. 80

— Conectarea liniei este posibilă într-un punct intermediar între mijloc și una din extremitățile antenei, cu condiția să coincidă cu un maxim sau un nod de intensitate pentru diferitele frecvențe de utilizare a antenei. În fig. 81 sînt arătate cazurile de funcționare cînd linia este conectată la un sfert din conductorul radiant.

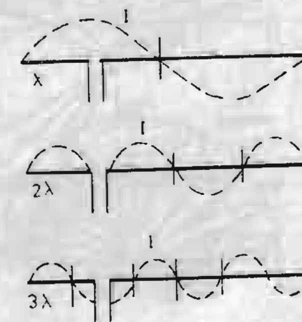


FIG. 81

La alimentarea antenei la una din extremitățile sale, nu putem menține condițiile impuse decît pentru o singură frecvență ; orice schimbare a acesteia face să se deplaseze nodul de intensitate din punctul B fie pe antenă, fie pe conductorul liniei conectat în B.

Rezultă astfel un dezechilibru mai mult sau mai puțin pronunțat al repartiției undelor staționare pe linia de alimentare.

Din contră, în cazul alimentării antenei în mijloc, toate modificările frecvenței de lucru deplasează de asemenea repartiția undelor staționare pe cele două jumătăți ale antenei, fără ca echilibrul sistemului să fie compromis.

Directivitatea antenelor. Influența solului

Solul intervine în modificarea impedanței antenei în funcție de înălțimea acesteia. Suprafața solului provoacă reflexia undelor (fig. 82). Unda directă D_1, radiată de antenă sub un anumit unghi vertical, este însoțită de o serie de unde reflectate R_1, R_1 provenind din reflexia pe sol a undelor radiate de antenă către acesta.

Remarcăm că unda reflectată R_1 parcurge o distanță mai mare decît unda directă D_1, diferența în plus fiind reprezentată de distanța A'M (M fiind punctul de contact al perpendicularei coborîte din punctul A pe segmentul $A'R_1$).

Unda directă D_2 este însoțită de asemenea de o undă reflectată R_2, pentru care întîrzierea este reprezentată prin segmentul A'N.

Dacă raportăm această „diferență de distanță-întîrziere" la lungimea de undă, vedem că pentru o întîrziere de $\lambda/2$ unda reflectată va fi în opoziție de fază cu unda directă, producînd anularea

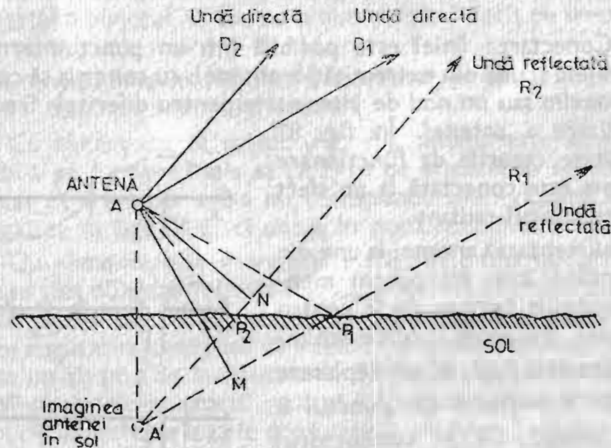


FIG. 82

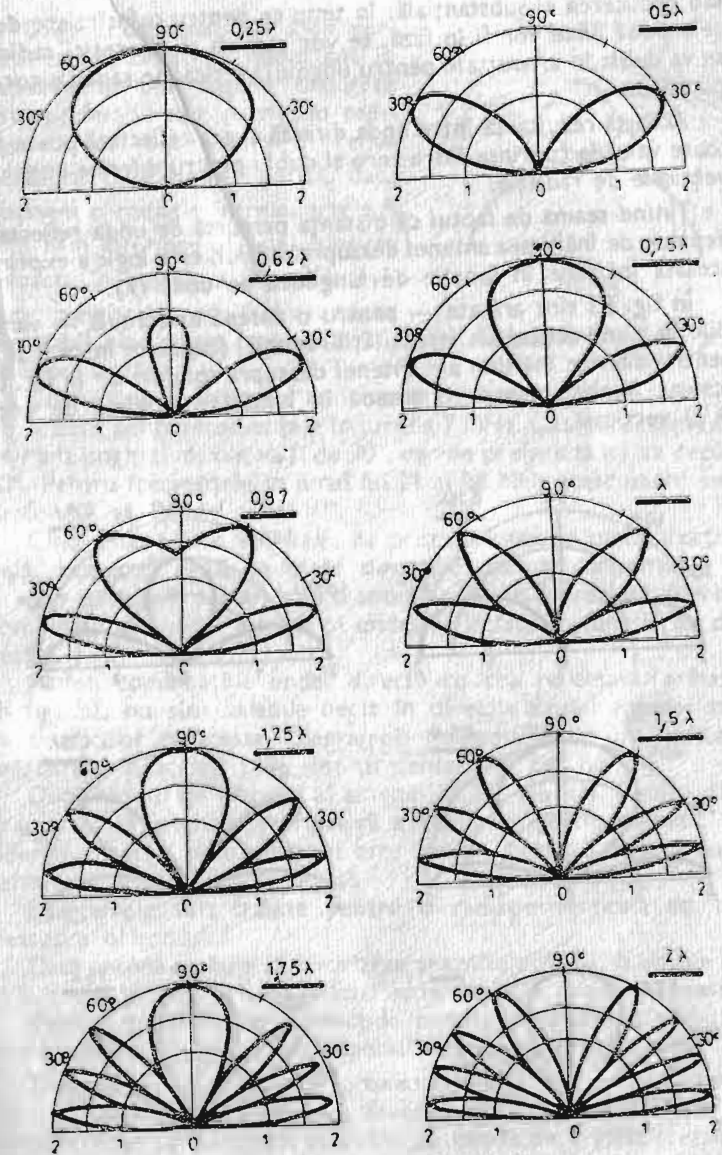


FIG. 83

sau reducerea ei substanțială, în timp ce pentru o întîrziere de λ cele două unde vor fi în fază, se vor cumula și, teoretic, radiația se va dubla în intensitate pentru unghiul vertical de radiație corespunzător.

Această rezultantă între unda directă și cea reflectată poate lua toate valorile cuprinse între zero și dublu pentru diferite unghiuri verticale de radiație.

Ținînd seama de faptul că distanța parcursă de unda reflectată depinde de înălțimea antenei deasupra solului, este logic a exprima această înălțime în funcție de lungimea de undă (λ).

În fig. 83 sînt arătate — pentru o antenă orizontală — variațiile în plan vertical ale intensității radiației (cuprinse între 0 și 2) pentru diferite înălțimi ale antenei deasupra solului, iar în fig. 84 aceleași variații pentru o antenă în jumătate lungime de undă (λ/2) verticală.

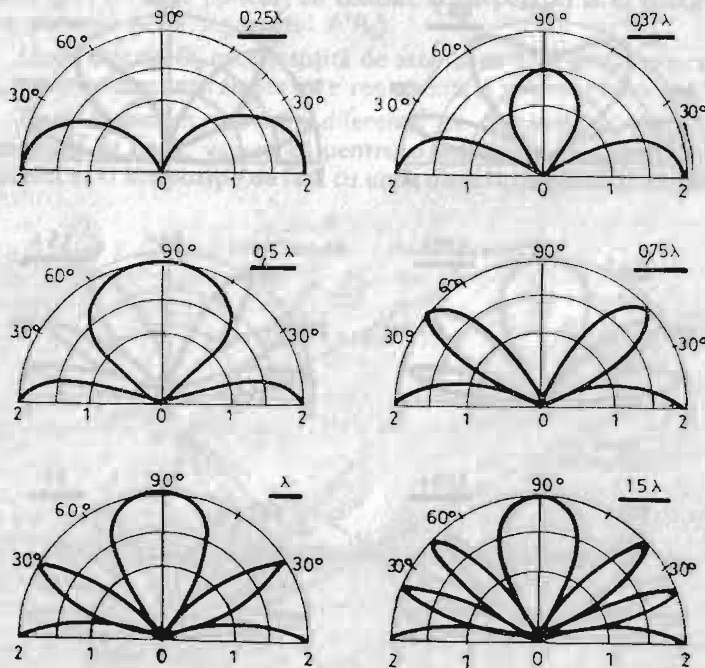


FIG. 84

Unghiul de radiație în plan vertical este deosebit de important în randamentul unei antene, deoarece este preferabil să concentrăm radiația antenei sub un unghi redus deasupra orizontului. Astfel, dacă obținem o radiație între punctele A și B prin intermediul unei singure refracții în ionosferă (fig. 85), evităm pierderile ce s-ar produce inevitabil cînd avem mai multe refracții succesive (indicate prin linie punctată).

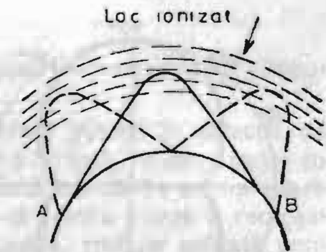


FIG. 85

Unghiul de radiație cel mai avantajos este în jurul a 45° față de orizont pentru frecvențele în jurul a 7 MHz. Către frecvența de 14 MHz unghiul maxim va fi de 30°, dar de preferință nu va depăși 20°. Pentru frecvențele în jurul lui 21 și 28 MHz acest unghi este preferabil să fie de circa 10°.

Cînd antena este verticală, ea prezintă radiație omnidirecțională, respectiv egală în toate direcțiile planului orizontal.

Din contră, în același plan o antenă orizontală prezintă diferite combinații ale undei directe și undei reflectate în funcție de direcție.

Astfel, combinațiile undei directe cu cea reflectată, arătate în fig. 82, nu sînt valabile decît în direcția axului antenei sau perpendicular pe acesta. Diagramele de radiație ale unei antene orizontale în același plan sînt prezentate în fig. 86.

După modul de vibrație al antenei în λ/2 sau λ/4, fiecare diagramă indică intensitatea relativă a cîmpului electromagnetic în diferite direcții. Axul antenei este indicat printr-o linie groasă terminată la capete prin săgeți.

Diagramele sînt trasate pentru o radiație verticală de 15° deasupra orizontului.

Dacă antena trebuie să favorizeze anumite direcții, la emisie ca și la recepție vom orienta antena astfel încît să obținem aceasta.

Pentru distanțe mari, direcțiile precise la suprafața globului pot fi date numai pe o hartă specială cu proiecție azimutală.

De exemplu, o antenă de aproximativ 20 m lungime, orientată cu axul pe direcția Nord-Sud, favorizează emisia și recepția în direcția Americii Centrale și Indiei pe banda de 7 MHz (respectiv 0,5 λ), și a Americii de Nord, Americii de Sud, Somaliei, Chinei și părții orientale a Australiei pe banda de 14 MHz (respectiv λ).

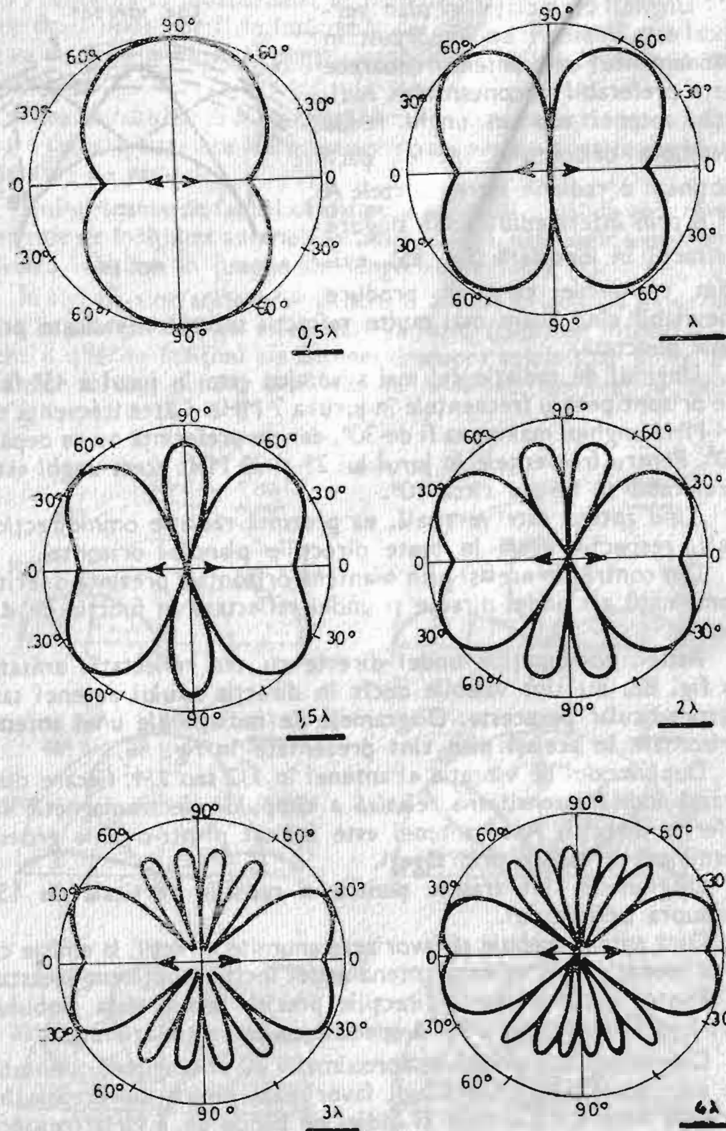


FIG. 86

Amplificarea antenei

Amplificarea antenei apare ca un raport al intensităţilor cîmpului sau un raport al puterilor.

Cîştigul în putere exprimă creşterea puterii în direcţia de maximă radiaţie pe care o dă o antenă dirijată, în comparaţie cu un dipol în semiundă. De exemplu : dacă antena are o amplificare de 4 ori mai mare, aceasta înseamnă că pentru a crea la recepţie o intensitate a cîmpului egală cu aceasta, trebuie aplicată unui dipol în semiundă o putere de radiofrecvenţă de 4 ori mai mare. Raportul puterilor se exprimă astfel :

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2}, \text{ dB.}$$

Pentru a exprima cîştigul antenei de recepţie se foloseşte de obicei raportul tensiunilor

$$20 \lg \cdot \frac{V_1}{V_2}, \text{ dB.}$$

Între amplificarea în tensiune şi amplificarea în putere există următoarea legătură : amplificarea în tensiune este egală cu rădăcina pătrată a amplificării în putere şi invers, amplificarea în putere este egală cu pătratul amplificării în tensiune. Exemplu : Dacă antena are o amplificare de 12 dB, aceasta corespunde cu o amplificare în putere de 16 ori, respectiv o amplificare în tensiune de 4 ori. În practică întîlnim nu numai amplificare, ci şi pierderi ce apar în orice linie de alimentare şi care se exprimă tot în decibeli. În fig. 87 se prezintă o diagramă a amplificării în putere şi tensiune, iar în fig. 88, o diagramă a atenuării.

Un exemplu. Un segment de cablu de 100 m lungime, montat între antenă şi un televizor, are un coeficient de atenuare de 7 dB. Din fig. 20 vedem că numai 0,45 (45%) din tensiunea de la bornele antenei ajung la intrarea televizorului, ceea ce corespunde cu 0,2 (20%) din puterea recepţionată.

Prin exprimarea amplificării şi atenuării în decibeli, calculul se face prin simplă adunare şi scădere. Astfel, dacă o antenă are o amplificare de 12 dB, iar linia de alimentare prin care este conectată la emiţător şi receptor permite o atenuare de 7 dB, amplificarea întregului sistem va fi de 12— 7 = 5 dB.

În calculul teoretic al antenelor, amplificarea antenei este dată uneori nu în raport cu un dipol în semiundă, ci în raport cu

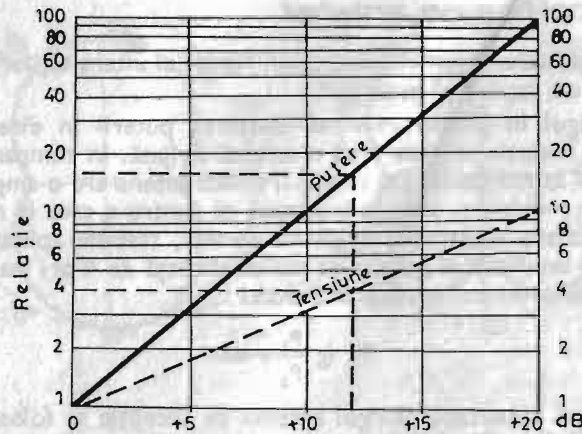


FIG. 87

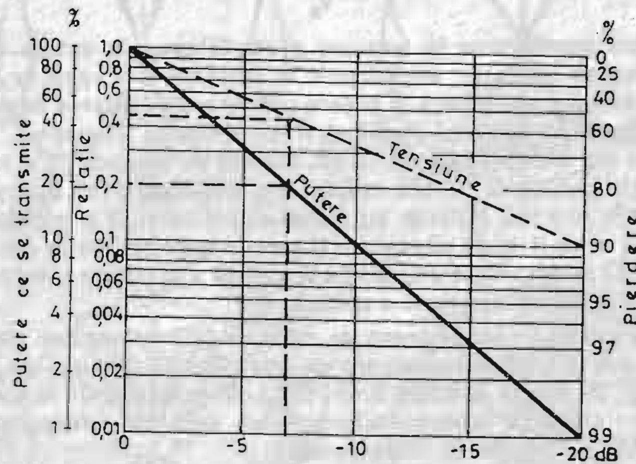


FIG. 88

o antenă ideală care are o diagramă de radiaţie circulară. Luînd în consideraţie că dipolul în semiundă are, în raport cu o antenă ideală în semiundă, o amplificare de 2,1 dB, rezultă că antena oarecare, avînd faţă de dipolul în semiundă o amplificare de 6 dB, va avea faţă de antena ideală o amplificare de 8,1 dB.

Antena în λ/2 şi în λ

Antena constituie în traficul de radioamator unul din cele mai importante elemente, angrenînd atît radiaţia curenţilor de radiofrecvenţă în spaţiu sub forma undelor electromagnetice, cît şi colectarea acestora din urmă la recepţie. Cum majoritatea antenelor de emisie sînt formate din unul sau mai multe elemente în semiundă, vom începe prin a analiza oscilatorul în semiundă sau, cum este cunoscut în mod frecvent, dipolul în semiundă.

Un asemenea dipol (fig. 89) este reprezentat de un conductor cu lungimea fizică egală cu jumătate din lungimea de undă a undelor electromagnetice radiate sau colectate, şi funcţionarea sa este caracterizată de o serie de caracteristici pe care le prezentăm în continuare.

Distribuţia curentului şi a tensiunii. Sub acţiunea curentului de radiofrecvenţă în dipolul în semiundă se formează la capete noduri de curent, acesta fiind maxim la mijlocul dipolului, distribuţia tensiunii fiind inversă (fig. 90), respectiv maximă la capete şi cu nod la mijloc.

Deoarece fiecare conductor are o inductanţă şi o capacitate proprie, dipolul (oscilatorul) în semiundă poate fi considerat un circuit oscilant deschis, la care atît inductanţa, cît şi condensatorul sînt repartizate aproape uniform pe toată lungimea lui. Frecvenţa de rezonanţă a dipolului este determinată tocmai de valoarea inductanţei şi a capacităţii şi, respectiv, de dimensiunile sale geometrice. Calitatea circuitului este determinată în principal de raportul L/C, un raport mare determinînd o bandă îngustă de frecvenţe de lucru şi o rezonanţă acută (fig. 91 a), iar un raport mic, o bandă largă de frecvenţe şi o rezonanţă mai puţin acută (fig. 91 b).



FIG. 89

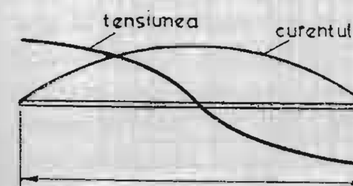


FIG. 90

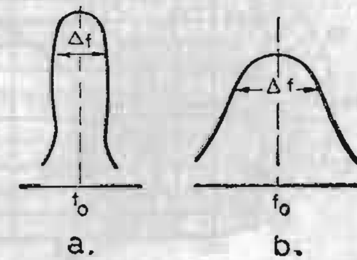


FIG. 91

Ca urmare, lărgimea benzii de lucru a dipolului este determinată de raportul L/C, care la rîndul său este dependent de raportul dintre lungimea dipolului și diametrul conductorului folosit.

Aceasta are importanță în special în gama undelor ultrascurte și mai puțin în gamele de unde scurte, unde valoarea raportului depășește în mod obișnuit 5 000.

Coeficientul de scurtare. Între lungimea „electrică" și cea „fizică" a dipolului avem aproape întotdeauna deosebiri, aceste două lungimi devenind egale numai în cazul folosirii unui conductor infinit de subțire. Viteza de radiație a undelor electromagnetice de către antenă este ceva mai mică decît viteza de propagare a luminii și la capătul antenei apare un curent capacitiv care este echivalent cu o creștere a lungimii antenei. Ca urmare, lungimea reală a antenei este puțin scurtată față de lungimea electrică. Practic este greu să se determine acest coeficient de scurtare, deoarece el este influențat de înălțimea antenei, de obiectele înconjurătoare și distanța față de ele etc., iar în gama undelor ultrascurte acest coeficient depinde și de raportul dintre lungimea și diametrul conductorului.

În fig. 92 este arătată dependența coeficientului de scurtare (K) a unui dipol în semiundă — pentru gama undelor ultrascurte — de lungimea de undă și diametrul conductorului.

Rezistența de radiație reprezintă de fapt rezistența activă echivalentă pe care se disipează o putere egală cu puterea radiată de antenă la curenți egali. La rezonanță rezistența de radiație a

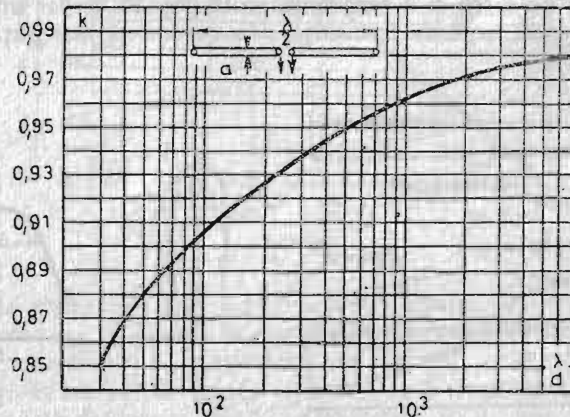


FIG. 92

antene acordate și rezistența pierderilor acesteia formează rezistența de intrare activă la bornele de alimentare ale antenei. De menționat că, în mod obișnuit, rezistența pierderilor este mult mai mică decît cea de radiație, iar aceasta din urmă depinde de poziția și distanța antenei față de pămînt, de obiectele înconjurătoare (case, pomi, linii electrice și telefonice etc.) și de dimensiunile ei geometrice.

Cunoscînd puterea de radiație P și valoarea maximă a curentului I, rezistența de radiație rezultă din formula $R = \frac{P}{I^2}$. La dipolul în semiundă se face în centrul dipolului respectiv, în punctul de curent maxim, și rezistența de intrare este egală cu rezistența de radiație.

Teoretic, rezistența de intrare a dipolului în semiundă este egală cu 73 ohmi, considerînd conductorul antenei infinit de subțire și antena suspendată la distanță infinită de pămînt. Cum conductorul antenei are de obicei un diametru mai mare de 2 mm, iar distanța de pămînt este destul de mică, rezistența de intrare a dipolului este cuprinsă practic între 60 și 65 ohmi.

Diagrama de radiație a antenei. Toate antenele prezintă radiații diferite în funcție de direcție, și anume, maxime pe unele direcții și minime pe altele. Diagrama de radiație generală se determină practic urmărind diagrama de radiație în plan orizontal și vertical. Determinarea experimentală a diagramei de radiație se face măsurînd intensitatea cîmpului electromagnetic în diferite puncte ale unui cerc cu o rază oarecare în jurul antenei, rază ce trebuie să depășească 5 lungimi de undă. Datele rezultate din măsurători se trec pe o hîrtie cu coordonate polare, obținîndu-se astfel o diagramă a radiației în plan orizontal. În fig. 93 este prezentată diagrama de radiație în plan orizontal a unui dipol în semiundă.

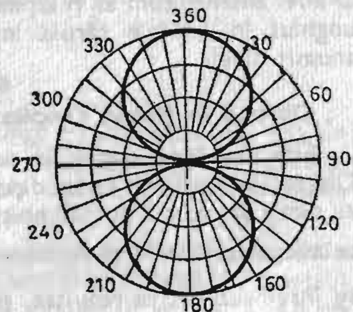


FIG. 93

Se observă că diagrama dipolului în semiundă are forma unui 8, maximum de radiație fiind pe direcție perpendiculară pe lungimea antenei, iar minimul pe direcția antenei. Această diagramă în practică este modificată

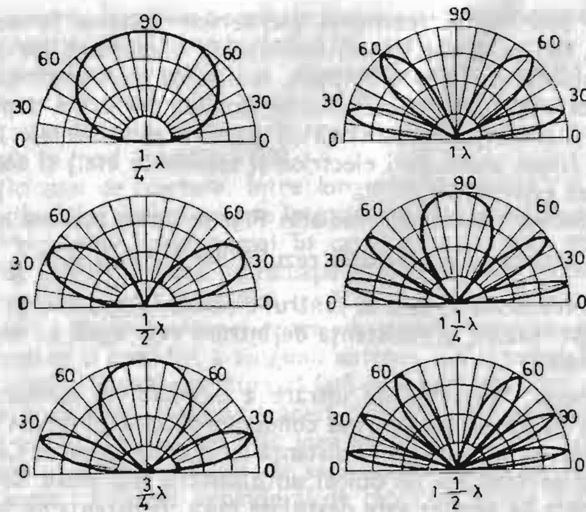


FIG. 94

de influența obiectelor înconjurătoare sau a unor elemente suplimentare, cum ar fi directorii și reflectorii.

În fig. 94 este prezentată diagrama de radiație în plan vertical a unui dipol în semiundă, la diferite înălțimi de suspendare.

În practică, dipolul în semiundă trebuie suspendat la o distanță minimă de λ/2 de la suprafața pămîntului. Un dipol montat la o înălțime de λ/4 radiază mai mult sub unghiuri mari, ceea ce este util în cazul comunicațiilor aviatice, cu sateliții etc., dar defavorizează substanțial comunicațiile la distanță pe glob.

Din diagrama de radiație putem determina și alți parametri ai unei antene, cum ar fi lățimea diagramei de radiație, respectiv unghiul în limitele căruia intensitatea cîmpului depășește un anumit nivel.

Dipolul în buclă (repliat)

Este rezultatul legării în paralel a doi dipoli simpli (fig. 95). Diagrama de radiație a unui dipol în buclă nu se deosebește aproape cu nimic de cea a dipolului obișnuit în semiundă. Inductanța totală se micșorează conform formulei $L\ (total) = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 \cdot L_2}$, iar capacitatea se însumează și, ca rezultat, raportul L/C este mai mic decît la dipolul simplu, iar banda de trecere mai mare.

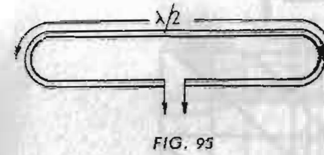
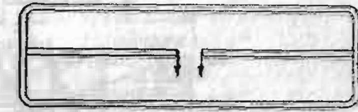


FIG. 95


FIG. 96

Prin legarea în paralel a celor doi dipoli în semiundă care formează dipolul în buclă, curentul din antenă se împarte în două părți egale.

Astfel, la aceeași putere de radiație, curentul dintr-un dipol în buclă este egal cu jumătate din curentul într-un dipol simplu, iar formula $P = R \cdot I^2$, valabilă pentru dipolul simplu, devine la dipolul în buclă $P = R' \left(\frac{I}{2}\right)^2$.

Întrucît în ambele cazuri puterea radiată este egală, se deduce că $R' = 4 \cdot R$, deci rezistența de radiație este de patru ori mai mare ca la dipolul simplu, respectiv 240.280 ohmi.

O variantă este dipolul în buclă dublă (fig. 96). În cazul cînd diametrul conductorilor este același, curentul în fiecare ramură este egal cu 1/3 din curentul total. Rezistența de radiație în acest caz este de 9 ori mai mare, respectiv 540—630 ohmi. Dacă diametrul d_2 al ramurii de sus este mai mare ca diametrul d_1 al ramurii de jos, rezistența de radiație se mărește, iar dacă este mai mic, rezistența se micșorează. În practică se folosește cel mai des prima metodă pentru adaptarea antenei cu linia de alimentare, deoarece în mod obișnuit este necesar să se mărească rezistența de intrare.

Rezistența de radiație a unui dipol cu buclă la diametre diferite (d_2 d_1) este prezentată în fig. 97 sub formă grafică, iar a unui dipol buclă dublu, în fig. 98. În ambele grafice găsim evoluția rezistenței de radiație la diferite rapoarte ale diametrelor și ale distanțelor dintre conductori.

Antena în lungime de undă

Are lungimea fizică egală cu lungimea de undă (fig. 99). În acest caz, ambele jumătăți ale antenei se alimentează în punctele de maximă tensiune, și respectiv, de curent mic, iar impedanța de intrare a antenei este relativ mare.

Rezistența de radiație și lărgimea benzii de trecere depind în mai mare măsură de raportul dintre lungimea de undă și diametrul conductorului antenei (λ/d) decît la dipolul în semiundă. La un

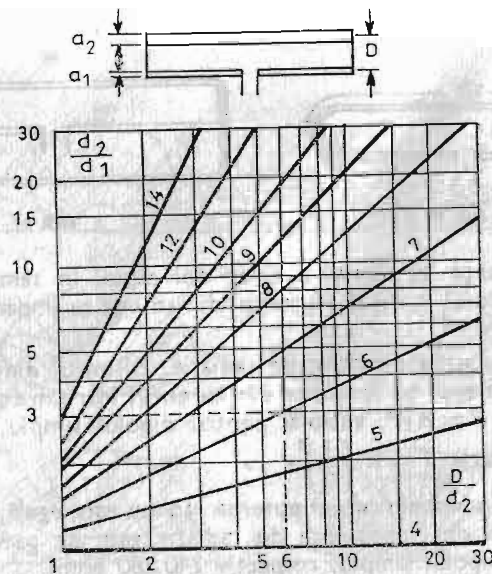


FIG. 97

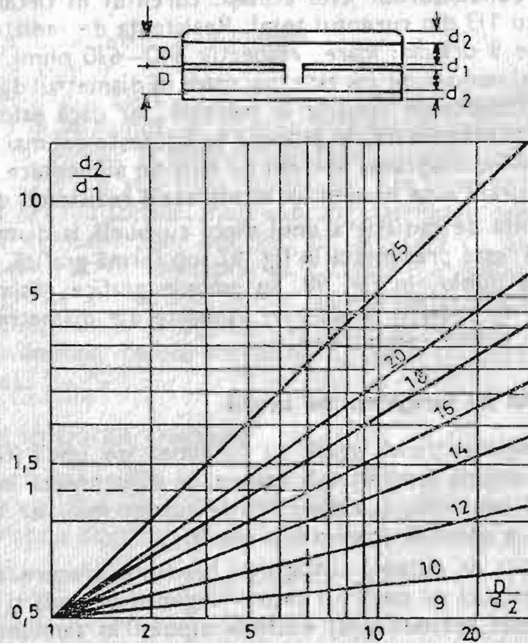


FIG. 98

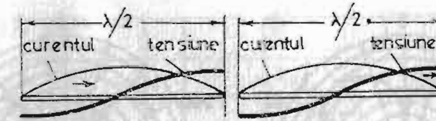


FIG. 99

raport egal, lărgimea benzii de trecere este mai mare ca la dipolul în semiundă. În fig. 100 se arată dependenţa rezistenţei de radiaţie faţă de raportul λ/d şi dependenţa de acest raport a coeficientului de scurtare (K). Rezistenţa de radiaţie depinde de asemenea de distanţa dintre cele două jumătăţi ale antenei XX.

Antena fir lung (Long-wire)

Este o antenă simplă şi mult folosită de radioamatori. Denumirea sa de *fir lung* provine de la lungimea conductorului, care este mai mare decît lungimea undei de lucru, antena lucrînd de obicei pe armonicile lungimii sale de undă.

Construcţia antenei este foarte simplă şi nu cere cheltuieli mari, dar ocupă mult loc. Prin alegerea corespunzătoare a lungimii antenei şi a conductorului de alimentare, ea poate fi folosită multiband.

Lungimea sa se calculează după formula $l = \frac{150(n - 0{,}05)}{f}$,

în care l = lungimea antenei; n = numărul de semiunde; f = frecvenţa de lucru.

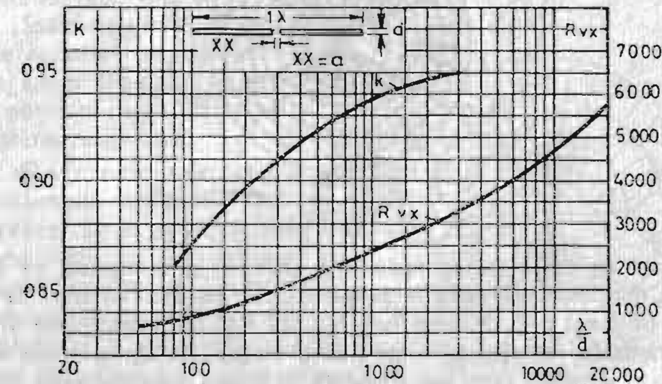


FIG. 100

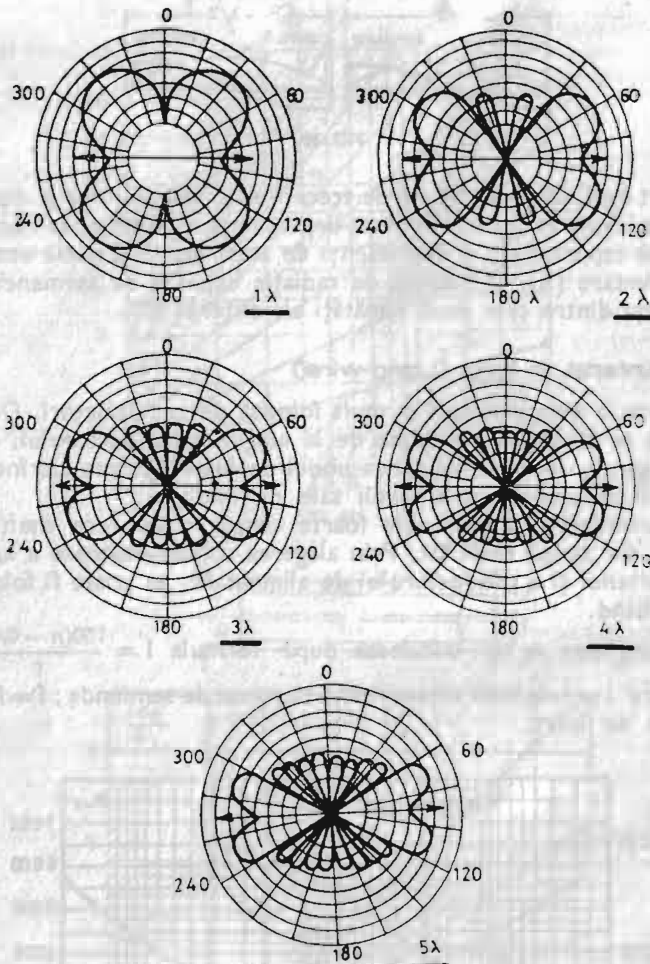


FIG. 101

Față de diagrama de radiație a antenei în semiundă, ce prezintă maximum de radiație perpendicular pe axul antenei, la antena fir lung, prin mărirea lungimii sale față de lungimea de undă, diagrama de radiație, prin lobii săi principali, se apropie mai mult de axul antenei, crescînd totodată și intensitatea radiației în direcția lobului principal. În fig. 101 sînt arătate diagramele de ra-

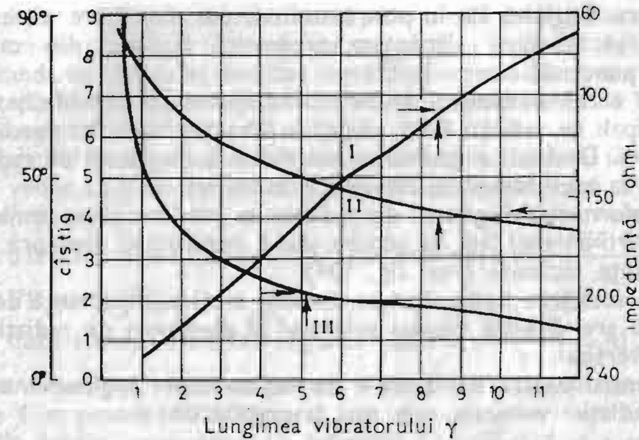


FIG. 102

diație ale antenei fir lung pentru lucrul pe diferiți multipli ai lungimii sale de undă.

Odată cu creșterea lungimii antenei apar lobii laterali și crește amplificarea în direcția principală de radiație. O caracteristică utilă a acestei antene, în special pentru legăturile la mari distanțe, este unghiul vertical de radiație mic. În fig. 102 avem un grafic din care putem determina amplificarea teoretică a antenei în dB (curba I), unghiul dintre direcția principală de radiație și planul de suspendare a antenei (curba III) și impedanța de radiație a antenei raportată la maximum de curent (curba II).

Stabilind direcțiile de bază ale radiației, se pot determina regiunile de pe glob cu care pot fi obținute legături stabile cu antena respectivă.

Diagramele de radiație prezentate în fig. 101 sînt teoretice și în practică suferă modificări fie ca urmare a variațiilor antenei, fie datorită modului de alimentare a antenei, simetric sau asimetric. În fig. 103 sînt arătate diagramele de radiație ale unei an-

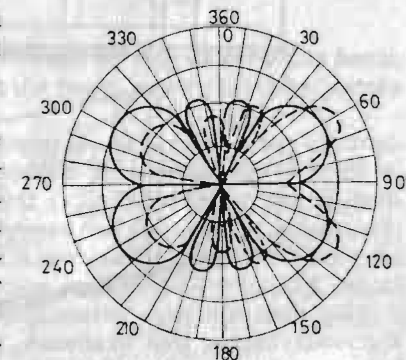


FIG. 103

tene cu lungimea 2λ în plan orizontal, cu alimentare simetrică (linia continuă) și alimentare asimetrică la unul din capete (linia punctată).

În cazul alimentării asimetrice diagrama se modifică, lobii principali de radiație fiind plasați în direcția capătului deschis al antenei. Dealtfel, o asemenea modificare a diagramei de radiație apare la toate antenele alimentate asimetric.

Deformarea diagramei de radiație se produce și ca urmare a înclinării antenei față de pămînt sau a instalării ei deasupra unei suprafețe înclinate (vezi fig. 104).

La stabilirea legăturilor pe distanțe mari o importanță deosebită o are direcția lobului principal al diagramei de radiație în plan vertical.

Pentru fiecare din benzile de radioamatori unghiurile medii ale radiației verticale cele mai favorabile sînt :

80 m = 60° ; 40 m = 30° ; 20 m = 15° ; 15 m = 12° și 10 m = 9°.

Unghiul de radiație verticală este influențat și de înălțimea de suspendare a antenei. Exemplu: la o înălțime de 2 λ unghiul vertical este de 10°, iar la 0,5 λ, de circa 35°.

Antena fir lung, prin simplitatea ei, este foarte des folosită și ca antenă multiband. Lungimea ei totală l trebuie să fie egală

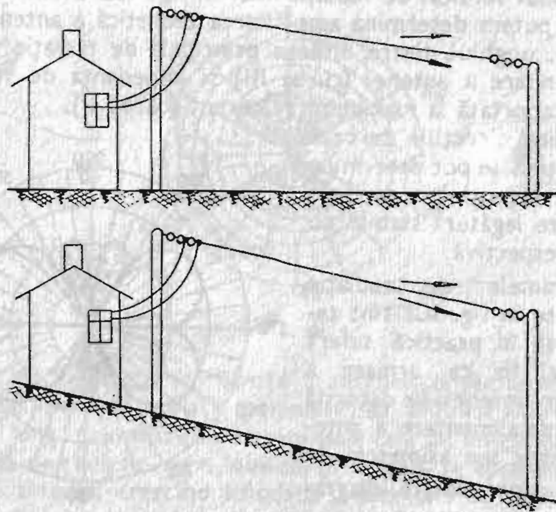


FIG. 104

cu cel puțin λ/2 și poate fi folosită pentru cele 5 benzi de radioamatori din unde scurte, dacă este calculată ca antenă în λ/2 pentru banda de 80 m, în care caz reprezintă pentru banda de 40 m o antenă în λ, pentru banda de 20 m, 2λ, pentru banda de 15 m, 3λ, iar pentru banda de 10 m, 4λ.

Aplicînd însă formula pentru calculul lungimii antenei fir lung, vom vedea că cele de mai sus nu corespund întocmai. Astfel, calculînd după formulă o antenă pentru banda de 80 m, respectiv pentru frecvența de capăt de 3 500 kHz, vom obține $l = \frac{150 \cdot 0,95}{3,5} =$ $= 40,71$ m. O antenă în λ pentru banda de 40 m, respectiv 7 000 kHz, după aceeași formulă trebuie să aibă $l = \frac{150 \cdot 1,95}{7} = 41,78$ m, deci antena inițial calculată pentru 3 500 kHz este mai scurtă cu peste 1 m pentru 7 000 kHz.

Din datele comparative ale tabelului 3 se observă că o antenă în semiundă, calculată pentru frecvența de 3 500 kHz, în cazul cînd este folosită în armonicile superioare ale frecvenței, calculate în fiecare caz, este mai scurtă decît valoarea necesară.

TABELUL 3

Frecvența de rezonanță kHz	Lungimea antenei m
3 500 (0,5 λ)	40,71
7 000 (1,0 λ)	41,78
14 000 (2,0 λ)	42,32
21 000 (3,0 λ)	42,50
28 000 (4,0 λ)	42,60

Astfel, pentru folosirea unei antene fir lung la mai multe benzi, antena se va calcula pentru una din benzi, pentru celelalte antena fiind o soluție de compromis.

În practică se folosește lungimea de 42,2 m, în acest caz frecvența antenei fiind situată în limitele benzilor de 20, 15 și 10 m, respectiv 14 040 kHz, 21 140 kHz și 28 230 kHz, iar pentru benzile de 40 și 80 m antena are lungimea mai mare decît cea necesară. Antena fir lung se recomandă a fi conectată la ieșirea emițătorului prin intermediul unui filtru π, care va permite o rezonanță exactă a antenei în toate benzile și suprimarea celei mai mari părți a armonicilor parazitare (fig. 105). Antena fir lung poate fi conectată și direct la circuitul de ieșire al emițătorului prin intermediul

unui condensator (fig. 106), dar în acest caz vor fi emise numeroase armonici parazitare provocînd perturbații TVI și BCI. Rezultatele obținute cu antena fir lung sînt în mare măsură dependente de condiția ca maximum 80% din lungimea sa să fie bine degajată de obiectele înconjurătoare și plasată cît mai sus posibil.

Antena Hertz monofider sau Conrad-Windom

Este una din cele mai simple antene, lungimea ei fizică fiind λ/2 și determinîndu-se după formula $l = \frac{142\,500}{F(MHz)}$. Practic, are forma unui T cu brațe orizontale neegale (fig. 107).

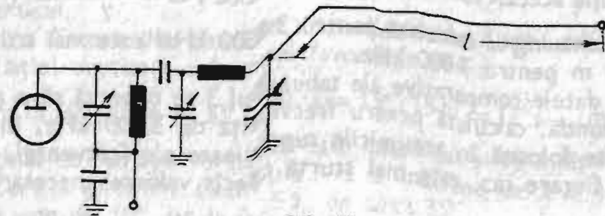


FIG. 105

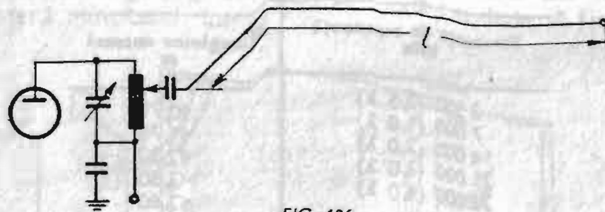


FIG. 106

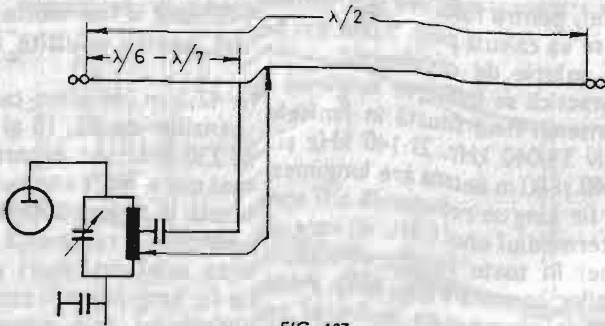


FIG. 107

Caracteristică acestei antene este alimentarea printr-o linie monofilară de orice lungime, a cărei impedanță este determinată de diametrul conductorului și de apropierea de obiectele înconjurătoare.

Folosind un conductor cu diametrul de 1,5 mm, impedanța va fi în jurul a 600 ohmi. Conductorul liniei de alimentare se conectează la porțiunea orizontală, în punctul în care aceasta prezintă aceeași impedanță cu a liniei monofider. Practic, acest punct critic depinde de lungimea firului orizontal L și de diametrul conductorului folosit și se calculează din relația A = L.b. Factorul b depinde de diametrul conductorului și anume:

Diametrul conductorului	*b*	*Diametrul conductorului*	*b*
1,0 mm	0,345	2,2 mm	0,375
1,2 mm	0,350	2,4 mm	0,380
1,4 mm	0,355	2,6 mm	0,385
1,6 mm	0,360	2,8 mm	0,390
1,8 mm	0,365	3,0 mm	0,395
2,0 mm	0,370		

Punctul de cuplare poate fi determinat și experimental, corespunzînd unui curent egal în toată porțiunea fiderului de alimentare. Măsurările se pot face cu un segment de linie ce se mută paralel cu firul de alimentare sau măsurînd tensiunea de radiofrecvență care, la cuplajul optim, trebuie să fie egală pe toată lungimea fiderului (firului de alimentare).

Cuplajul fiderului la etajul final al emițătorului se poate face fie direct, printr-o capacitate pe o priză a bobinei circuitului acordat al finalului, soluție ce dă naștere la multe perturbări TVI și BCI, fie prin intermediul unui filtru π, care permite o adaptare corectă și reduce mult radiațiile parazitare. Este de asemenea recomandabil ca fiderul să fie perpendicular pe firul orizontal pe o lungime minimă de λ/4 de la punctul de conectare.

Antena Hertz sau Windom este folosită în special pentru o singură bandă, dar poate fi utilizată și ca antenă multiband. În acest caz se recomandă ca diametrul conductorului liniei de alimentare să fie mai mic decît al conductorului antenei. Astfel, dacă antena este realizată din conductor cu diametrul 2 mm, conductorul liniei de alimentare va avea diametrul de 1 mm (raport 2 : 1). Se ajunge astfel la antena din fig. 108, ale cărei dimensiuni îi permit să lucreze mulțumitor în toate benzile de radioamatori, fiind cunoscută și sub denumirea de „antena VS1AA".



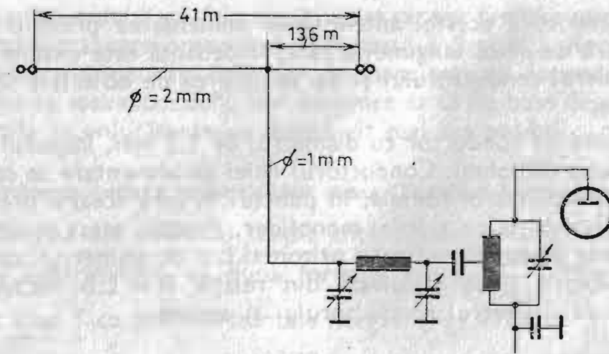


FIG. 108

Această antenă funcționează în banda de 80 m în semiundă $\lambda/2$, în banda de 40 m în λ, în banda de 20 m în 2λ, în cea de 15 m în 3λ, iar în banda de 10 m în 4λ, iar cuplajul cu emițătorul se face obligatoriu, prin intermediul unui filtru π.

O variantă este prezentată în fig. 109, linia de alimentare trebuind să aibă lungimea de 12—15 m, iar legătura la etajul final printr-un filtru π.

În banda de 80 m această antenă nu lucrează ca antenă Windom, ci linia de alimentare funcționează ca antenă în $\lambda/4$, lungimea ei mică fiind compensată cu capacitatea prelungitoare a firului orizontal, circuitul π permițînd acordul în bandă. Diagrama de radiație în această bandă este circulară în plan orizontal. În banda de 40 m lucrează ca antenă Windom în $\lambda/2$, în banda de 20 m în λ, în banda de 15 m în 1,5 λ, iar în banda de 10 m în 2λ.

Înălțimea de suspendare a antenei Windom trebuie să fie de minimum $\lambda/2$ deasupra solului.

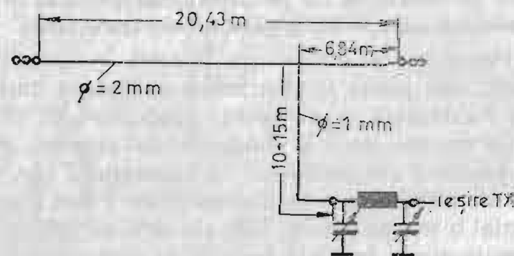


FIG. 109

Antena în γ

Este denumită astfel ca urmare a dispozitivului de adaptare folosit pentru adaptarea liniei de alimentare la antenă, în formă de Δ (fig. 110).

Lungimea antenei este $\lambda/2$ și poate fi determinată din formula $l = \frac{142\,500}{F(MHz)}$, iar dimensiunea $D = \frac{45\,100}{F(MHz)}$.

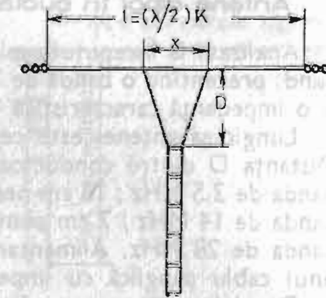


FIG. 110

Linia de alimentare de orice lungime are impedanța caracteristică 600 ohmi și este formată din doi conductori paraleli avînd diametrul 2 mm, distanță între conductori 150 mm, izolație aeriană.

Antena dublu oscilator în $\lambda/2$

Este formată din două antene în $\lambda/2$ așezate una în prelungirea celeilalte (fig. 111), avînd posibilitatea de modificare a diagramei de radiație în banda de lucru.

Prin alimentarea simfazică a celor două antene, diagrama de radiație prezintă un lob perpendicular pe planul antenei și un cîștig de 2 dB față de un dipol clasic în $\lambda/2$ (fig. 111 b). Prin alimentarea în contrafază diagrama de radiație devine aproape circulară, cu patru lobi principali și un cîștig de 1 dB față de un dipol clasic (fig. 111 c). În ambele cazuri unghiul vertical de radiație rămîne același.

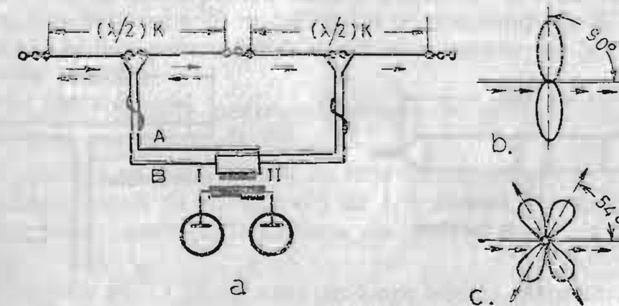


FIG. 111

Antena dipol în buclă sau dipol repliat

Analizată la începutul capitolului, aceasta este o antenă monoband, prezentînd o bandă de lucru mai largă decît un dipol simplu şi o impedanţă caracteristică între 240 şi 280 ohmi (fig. 112).

Lungimea antenei este ceva mai mare ca la un dipol simplu. Distanţa D dintre conductoarele antenei este de 20 cm pentru banda de 3,5 MHz ; 15 cm pentru banda de 7 MHz ; 10 cm pentru banda de 14 MHz ; 7 cm pentru banda de 21 MHz şi 4 cm pentru banda de 28 MHz. Alimentarea antenei se face prin intermediul unui cablu panglică cu impedanţa 240—280 ohmi.

Dipolul repliat poate fi confecţionat şi din cablu panglică (fig. 113 a), dar în acest caz trebuie ţinut seama de următoarele considerente.

Fiind rezultată din cuplarea în paralel a două dipoluri în λ/2, constanta dielectrică a materialului izolator al cablului panglică nu influenţează coeficientul de scurtare egal cu 0,98. Pe de altă parte, dipolul în buclă poate fi considerat ca provenind din cuplarea a două linii în λ/4 scurtcircuitate (fig. 113 b), în care caz constanta dielectrică a materialului izolator influenţează coeficientul de scurtare care este egal cu 0,82. Dacă lungimea celor două conductoare ale dipolului dublu este de λ/2·0,98, antena este acordată pe frecvenţa de lucru dorită, dar segmenţii de linie în λ/4 ce îl formează sînt prea lungi, ceea ce duce la apariţia unor componente reactive suplimentare, iar dacă lungimea conductoarelor este λ/2·0,82, antena nu mai este acordată în frecvenţa dorită, iar impedanţa antenei este diferită de cea amintită.

Pentru a îndeplini ambele condiţii amintite, lungimea cablului panglică se alege egală cu λ/2·0,98, iar la distanţa de λ/2·0,82, cei doi conductori ai cablului panglică se conectează între ei (fig. 113 a).

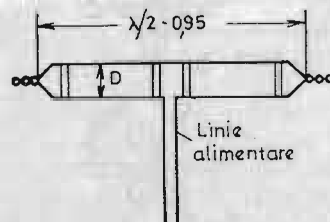


FIG. 112

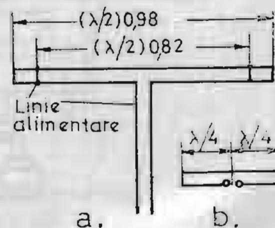


FIG. 113

Antena „Zeppelin"

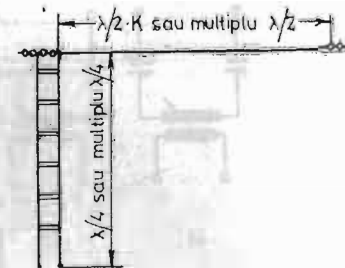


FIG. 114

Este o antenă în λ/2, a cărei alimentare se face la unul din capete, cu ajutorul unei linii acordate (fig. 114).

Un conductor al liniei de alimentare se conectează la capătul liniei, iar celălalt rămîne izolat. Lungimea liniei de alimentare trebuie să fie egală cu λ/4 sau multiplu de λ/4. În cazul cînd lungimea liniei este egală cu un număr par de λ/4 (2λ/4 ; 4λ/4 ; 6λ/4 etc.), distribuţia curentului şi tensiunii corespunzătoare capătului antenei se transmit întocmai şi la capătul inferior al liniei de alimentare respective, fiind vorba de un maximum de tensiune şi un minimum de curent. În cazul cînd lungimea liniei este egală cu un număr impar de λ/4 (3λ/4 ; 5λ/4 ; 7λ/4 etc.), la capătul inferior al liniei de alimentare vom avea o distribuţie inversă a tensiunii şi curentului.

Ca urmare, în cazul unei linii în 2λ/4 alimentarea şi la capătul inferior al liniei se face în tensiune, iar în cazul 1λ/4 ; 3λ/4 ; 5λ/4 etc. alimentarea se face în maximum de curent şi nod de tensiune.

Antena Zeppelin calculată pentru lucrul în banda de 80 m poate servi şi ca antenă multiband ; pe banda de 40 m ea funcţionează în λ, iar în benzile de 20, 15 şi 10 m, respectiv, în 2λ, 3λ şi 4λ. În cazul cînd lungimea liniei de alimentare este în jurul a 40 m, adică 2λ/4 pentru banda 80 m, alimentarea se face de la emiţător în tensiune pentru toate benzile, iar în cazul cînd lungimea este în jurul a 20 m, adică λ/4 pentru banda de 80 m, alimentarea se face pentru banda de 80 m în curent, iar în celelalte benzi în tensiune.

Circuitele folosite pentru alimentare în diferite situaţii indicate sînt prezentate în fig. 115.

În practică se evită situaţia ca linia de alimentare să aibă lungimea exact egală cu un multiplu de λ/4, deoarece se favorizează apariţia unor perturbaţii cauzate de undele simfazice faţă de pămînt.

Lungimea de 13,75 m, care se alege adesea în practică, este acceptabilă pentru o antenă Zeppelin multiband, reducînd pertur-

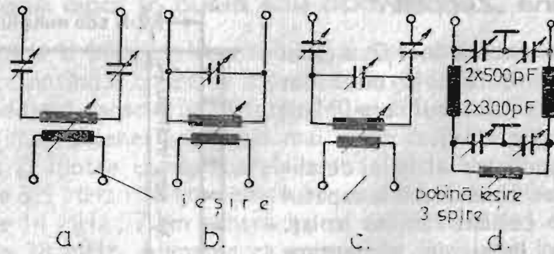


FIG. 115

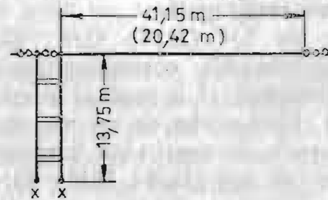


FIG. 116

bațiile și putînd fi ușor acordată cu ajutorul dispozitivelor descrise.

O antenă Zeppelin multiband, realizată ținînd seama de considerentele de mai sus, este arătată în fig. 116.

Alimentarea ei se face pentru benzile de 80, 40, 20 și 15 m în curent, iar pentru banda de 10 m în tensiune. O variantă are lungimea antenei propriu-zise de 20,42 m, dar în acest caz nu funcționează ca atare decît în benzile de 40, 20, 15 și 10 m. Pentru banda de 80 m, antena poate fi folosită scurtcircuitînd capetele conductorilor liniei de alimentare, și antena în „L" ce se formează astfel se poate alimenta și acorda printr-un filtru.

Antena „dublu Zeppelin"

Este prezentată în fig. 117 și funcționează în toate benzile de radioamatori.

La această antenă este bine să se evite ca lungimea liniei, împreună cu jumătatea antenei la care este conectată, să reprezinte λ/2 sau multiplul acesteia, respectiv acordarea în rezonanță a liniei de alimentare.

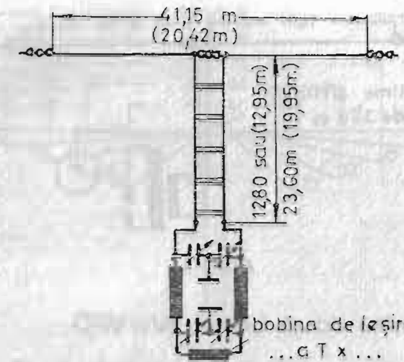


FIG. 117

Ia tabelul 4 sînt indicate dimensiunile practice pentru funcționarea pe mai multe benzi. Pentru acordarea liniei de alimentare și adaptarea ei cu etajul final al emițătorului se folosesc circuitele din fig. 115 și în cele mai multe cazuri circuitul simetric π indicat în fig. 117.

TABELUL 4

Banda de lucru MHz	Lungimea antenei m	Lungimea liniei de alimentare m	Mod de alimentare
3,5			în tensiune
7,0			în tensiune
14,0	41,15	12,80	în tensiune
21,0			în tensiune
28,0			în curent
3,5			în tensiune
7,0			în tensiune
14,0	41,15	23,60	în tensiune
21,0			în tensiune
28,0			în tensiune
3,5			în curent
7,0			în tensiune
14,0	20,42	12,95	în tensiune
21,0			în tensiune
28,0			în tensiune
3,5			în tensiune
7,0			în curent
14,0	20,42	19,95	în tensiune
21,0			în curent
28,0			în tensiune

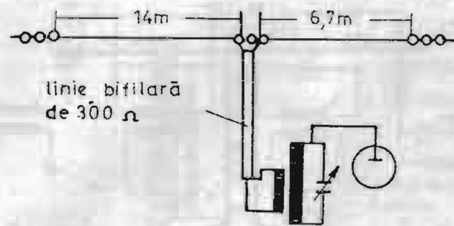


FIG. 118

Antena pentru două benzi WØWO

Poate fi folosită pentru lucrul în benzile de 40 m și 20 m, și anume funcționînd în banda de 40 m ca vibrator în semiundă, iar în banda de 20 m în undă întreagă. Radiantul este compus din două porțiuni de 14 m și respectiv 6, 7 m, iar ca linie de alimentare se folosește o linie bifilară (tip TV) cu impedanța de 300 ohmi, de orice lungime, cuplată la emițător prin intermediul unei bobine de circa trei spire, la circuitul acordat de ieșire al emițătorului (fig. 118). Această antenă poate fi folosită și pe benzile de 15 m și 10 m, dar cu un randament mai scăzut.

Antena pentru patru benzi

Funcționează satisfăcător pe 80, 40, 20 și 15 m, reprezentînd o soluție de compromis, și de aceea în linia de alimentare vom avea unde staționare mai mult sau mai puțin intense de la o bandă la alta (fig. 119). Linia de alimentare poate avea orice lungime și se confecționează din „panglică" de televiziune de 300 ohmi. Pentru a reduce perturbațiile radio și TV și în vederea unei adaptări cît mai bune, linia de alimentare se cuplează la emițător printr-un

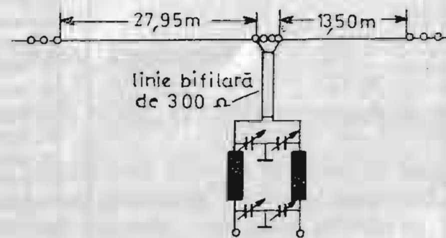


FIG. 119

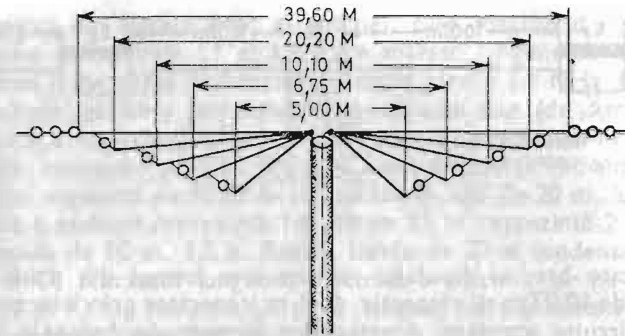


FIG. 120

circuit simetric compus din două circuite π. Antena poate fi folosită și pentru lucrul în banda de 10 m, dar randamentul este mai scăzut.

Antena dipol multiplu

Poate lucra în toate cele cinci benzi alocate radioamatorilor în undele scurte, și anume : 80 m, 40 m, 20 m, 15 m și 10 m. Caracteristica de bază a acestei antene este existența pentru fiecare bandă a unui dipol clasic ce funcționează ca vibrator în semiundă, cei cinci dipoli fiind conectați în paralel la centru, respectiv la punctele de alimentare. Dimensiunile dipolilor sînt date în fig. 120 și corespund frecvențelor medii ale benzilor respective. În cazul cînd se dorește lucrul pe anumite frecvențe de la marginile benzilor se pot recalcula dimensiunile după formula „l" în metri = = 142 500/f (MHz). Alimentarea cuplului de dipoli se face prin intermediul unei linii bifilare cu impedanța caracteristică de 60—70 ohmi, sau în lipsă, cu un cablu coaxial cu impedanța de 60—75 ohmi. Cuplarea liniei de alimentare sau a cablului la emițător se face prin intermediul unui filtru π. De menționat că alimentarea prin linie bifilară asigură o funcționare mai bună a antenei, ambele elemente fiind simetrice (antena și linia de alimentare).

Antena pentru mai multe benzi W3DZZ

Datorită rezultatelor practice obținute în traficul de radioamator, această antenă este superioară altor tipuri, locul necesar pentru montarea ei fiind de circa 35 m (fig. 121).



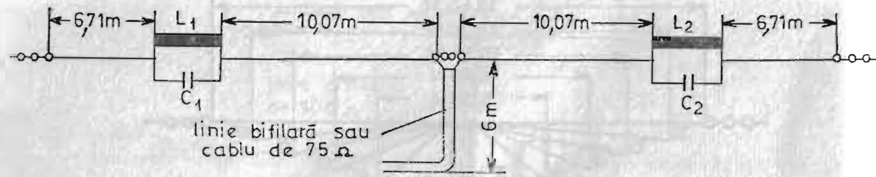


FIG. 121

Fiecare braț al dipolului radiant este format din două segmente de 10,07 m și, respectiv, 6,71 m, conectate prin intermediul unor circuite acordate. Acestea sînt formate din bobinele L1 și L2 și din condensatoarele C1 și C2, avînd capacitatea de 60 pF fiecare. Cu aceste valori frecvența de rezonanță este de 7 050 kHz. Bobinele L1 și L2 au cîte 19 spire din cupru argintat de 2 mm diametru și, numai în lipsă, conductor simplu de cupru. Condensatorul sau grupul de condensatoare, ca și întregul ansamblu bobină-condensator trebuie închis într-o carcasă sau cutie din material izolant sau din polistiren, pentru a fi ferit de umezeală. O atenție deosebită trebuie acordată stabilității elementelor circuitului acordat la schimbările de temperatură ale mediului ambiant, care influențează frecvența de rezonanță. Pentru compensarea satisfăcătoare se recomandă alegerea mai multor condensatoare, cu diferiți coeficienți de temperatură pozitivi și negativi, și care vor fi conectate în paralel, astfel încît capacitatea totală obținută să fie 60 pF. Verificarea calității compensării se face prin încălzirea și răcirea circuitului și cu ajutorul unui undametru corect etalonat.

O altă variantă pentru confecționarea circuitelor este următoarea : într-un cilindru de plexiglas lung de 135 mm și avînd un diametru exterior de 65 mm, se introduce un bobinaj compus din 20 spire cu un diametru de 50 mm, realizat din conductor de cupru cu diametru de 1,5 mm, iar în interiorul bobinajului, un condensator ceramic de 60 pF la o tensiune de 3 000 V curent alternativ. Indiferent de formula folosită, după realizare circuitele vor fi măsurate pentru a se determina frecvența lor de rezonanță și se vor face eventualele retușuri, astfel încît frecvența să fie 7 050 kHz.

Antena W3DZZ lucrează bine pe toate cele cinci benzi de radioamatori, frecvențele de rezonanță fiind egale cu 3,7 MHz ; 7,05 MHz ; 14,1 MHz ; 21,2 MHz și 28,4 MHz. Pe 80 m antena lucrează în semiundă, respectiv $\lambda/2$. În această bandă lucrează ambii

segmenți din fiecare braț al antenei, care totalizează 33,56 m, precum și bobinele L1 și L2, care măresc lungimea electrică a antenei și frecvența de rezonanță este în jurul a 3,7 MHz. Pe 40 m circuitele oscilante funcționează ca circuite dop (de oprire), ca urmare a impedanței lor mari, cauzate de rezonanța în această bandă, respectiv pe 7,05 MHz, și funcționează ca radiant numai cei doi segmenți de 10,07 m și deci tot în $\lambda/2$. Pe 20 m, lungimea activă a antenei reprezintă 1,5 λ ; pe 15 m reprezintă 2,5 λ, iar în banda de 10 m, 3,5 λ. Pentru banda de 20 m condensatoarele C1 și C2 scurtează lungimea electrică a antenei, iar pe benzile de 15 și 10 m, bobinele L1 și L2 lungesc electric antena pentru frecvența de rezonanță necesară.

Deoarece pe toate benzile alimentarea antenei se face în curent, vom folosi pentru aceasta linie de joasă impedanță 60—75 ohmi, de preferință linie bifilară simetrică sau, în lipsă, cablu coaxial de aceeași impedanță. De menționat că soluția alimentării prin linie bifilară simetrică este superioară celei cu cablu coaxial. Pe benzile de 80 m și 40 m coeficientul de unde staționare este apropiat de 1, iar pentru benzile de 20 m, 15 m și 10 m nu depășește valoarea 2.

Dacă se preferă funcționarea în benzile de 20 m, 15 m și 10 m, antena W3DZZ poate fi îmbunătățită folosind pentru alimentare o linie simetrică avînd impedanța caracteristică de circa 120 ohmi. În acest scop, coeficientul de unde staționare este apropiat de 1, iar pe benzile de 80 m și 40 m nu depășește valoarea 2.

După cum se vede din schiță, linia simetrică sau cablul de alimentare trebuie să fie montate vertical față de conductorul antenei, pe distanța minimă de 6 m. Deși teoretic cablul de alimentare poate fi de orice lungime, deoarece impedanța antenei este aproximativ egală cu a liniei de alimentare, practica arată că cele mai bune rezultate se obțin atunci cînd lungimea electrică a cablului de alimentare este egală cu 7 semiunde ale frecvenței de 28,4 MHz. Cum lungimea de undă corespunzînd frecvenței de 28,4 MHz este de 10,6 m, iar semiunda de 5,3 m, cele 7 semiunde reprezintă 37,1 m. Ținînd cont de coeficientul de scurtare a cablului coaxial de alimentare, lungimea fizică a acestuia va fi $37{,}1 \times 0{,}66 = 24{,}49$ m. Dacă această lungime este insuficientă, ea poate fi mărită la un număr impar de semiunde ($9\lambda/2$; $11\lambda/2$; $13\lambda/2$ etc.).

În cazul în care se construiește un W3DZZ numai pentru 40 m, 20 m și 10 m, lungimea primelor segmente se reduce la 5,08 m, iar a segmentelor după circuitele acordate de 3,20 m fiecare. Circuitele acordate au frecvența de rezonanță 14,1 MHz și sînt

formate din bobinele L1 și L2, de 4,7 μH, și din condensatoarele C1 și C2, de 27 pF. Pe banda de 40 m bobinele L1 și L2 funcționează ca „prelungitoare", permițînd acordarea antenei în semiundă ; pe 20 m circuitele acordate lucrează ca circuite dop, avînd frecvența de rezonanță în această bandă, și astfel segmentele exterioare de 3,20 m se deconectează electric, lucrînd numai segmentele interioare de 5,08 m, reprezentînd un vibrator în semiundă ; pe 10 m bobinele L1 și L2 acționează tot ca „prelungitoare" și antena reprezintă un vibrator cu lungime electrică 2,5 λ. Montarea și alimentarea se fac similar primei variante.

Antena pentru mai multe benzi G5RV

Este relativ simplă constructiv și nu solicită un spațiu mai mare de 33 m (fig. 122). Radiantul propriu-zis este format dintr-un dipol cu brațe egale, de 15,55 m fiecare. La centrul dipolului, în punctele de alimentare, se conectează un segment de linie bifilară, cu impedanța caracteristică de 300 ohmi, avînd lungimea de 12,9 m, iar la capătul inferior al acestuia, un cablu coaxial cu impedanța de 60 ohmi. Antena reprezintă o soluție de compromis și dă rezultate similare cu ale unui dipol în λ/2 în benzile de 10 și 15 m. Pe celelalte benzi randamentul scade, pentru a atinge minimum în banda de 80 m. Există diferite variante ale acestei antene, la care lungimea liniei bifilare de 300 ohmi impedanță este mai mică, obținîndu-se adaptări mai bune în benzile de 40 m și 80 m, înrăutățindu-se în schimb funcționarea în celelalte benzi. În general, nu se poate conta pe o funcționare satisfăcătoare în toate cele cinci benzi de unde scurte.

La toate antenele descrise, pentru radianți se folosește conductor de cupru cu diametrul de 2 mm.

Antena 2KY

Denumită astfel după indicativul radioamatorului care a conceput-o și realizat-o, este de fapt o antenă pentru toate cele cinci benzi, compusă din două antene dipol asimetric conectate în paralel (fig. 123).

Una din antene are brațele de 27,7 m și, respectiv, 13,8 m și lucrează în condiții bune în benzile de 80, 40, 20 și 10 m, iar cea de a doua, compusă dintr-o porțiune de 4,5 m și una de 2,25 m, lucrează în condiții optime în banda de 15 m. Impedanța în punctul comun de alimentare este de circa 400 ohmi, ceea ce permite

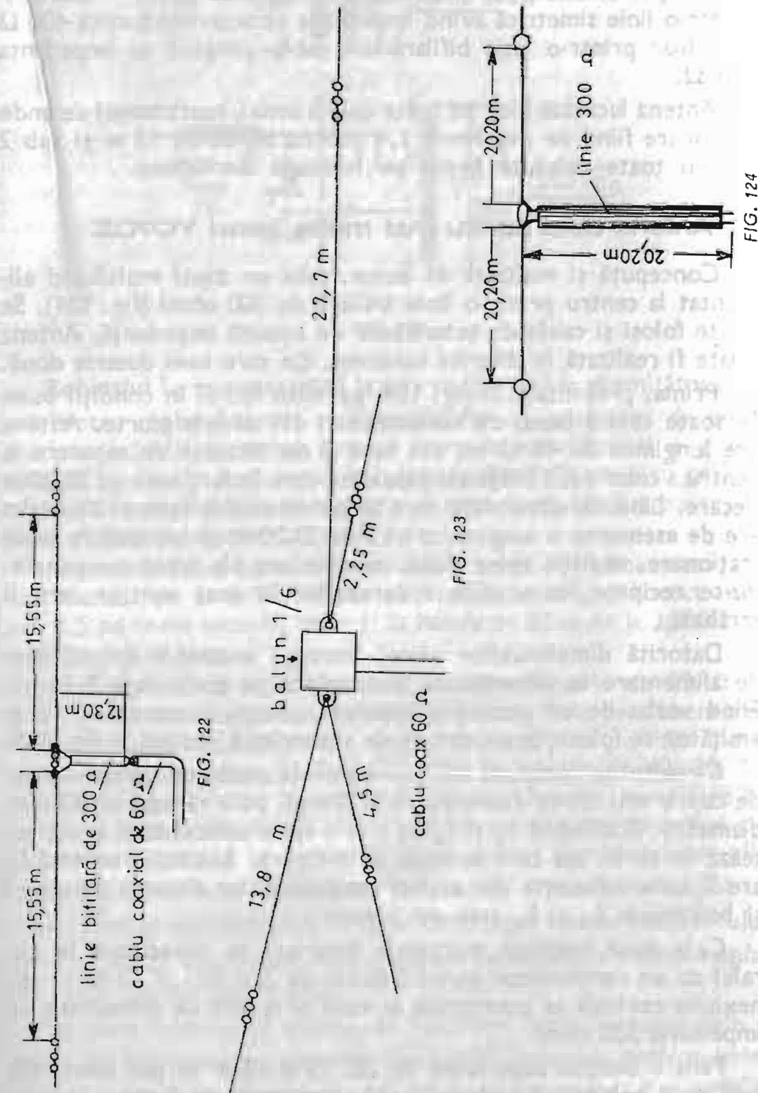


FIG. 122

FIG. 123

FIG. 124

alimentarea antenei prin intermediul unui circuit balun cu raportul 1/6 și a unui cablu coaxial cu impedanța 52—60 ohmi.

În lipsa balunului și a cablului, alimentarea poate fi făcută și printr-o linie simetrică avînd impedanța caracteristică circa 400 Ω sau chiar printr-o linie bifilară din cablu panglică cu impedanța 300 Ω.

Antena lucrează bine pe toate cele 5 benzi, coeficientul de unde staționare fiind de maximum 1,4 pentru banda de 15 m și sub 2 pentru toate celelalte benzi pe întreaga lor lățime.

Antena dipol pentru mai multe benzi YO7DZ

Concepută și realizată de autor, este un dipol multiband alimentat la centru printr-o linie bifilară de 300 ohmi (fig. 124). Se poate folosi și cablu de televiziune de această impedanță. Antena poate fi realizată în diferite variante, din care vom descrie două.

Prima, prezentată în fig. 124, permite lucrul în condiții bune în toate cele 5 benzi de radioamatori din undele scurte. Antena are lungimea de 40,45 m, din care 5 cm distanța de separare la centru a celor două brațe ale dipolului, care au lungimea de 20,20 m fiecare. Linia de alimentare care se conectează la centrul dipolului are de asemenea o lungime critică de 20,20 m și lucrează în unde staționare, radiația celor două conductoare ale liniei compensîndu-se reciproc, ca urmare a curenților în sens contrar care îi străbat.

Datorită dimensiunilor alese, întregul ansamblu antenă-linie de alimentare se alimentează în tensiune pe toate cele 5 benzi. Fiind vorba de un ansamblu simetric, pentru alimentarea de la emițător se folosește un circuit de simetrizare indicat în fig. 125.

Circuitul se compune din trei bobinaje realizate din conductor de cupru emailat cu diametrul 1,5—2 mm, pe o carcasă de 50 mm diametru. Bobinajele L_1 și L_3 au cîte 6 spire adiacente și se conectează în serie, așa cum se vede și în figură. Bobinajul central L_2 are 7 spire adiacente din același conductor, iar distanța dintre el și bobinajele L_1 și L_3 este de 5 mm.

Cele două bobinaje marginale înseriate se conectează în paralel cu un condensator variabil dublu de 2 × 500 pF, a cărui conexiune centrală se conectează la masă și la linia de alimentare cu impedanța 300 ohmi.

Pentru benzile superioare de 20, 15 și 10 m se pot folosi din cele două bobinaje înseriate L_1 și L_3 porțiunile de 3 spire.

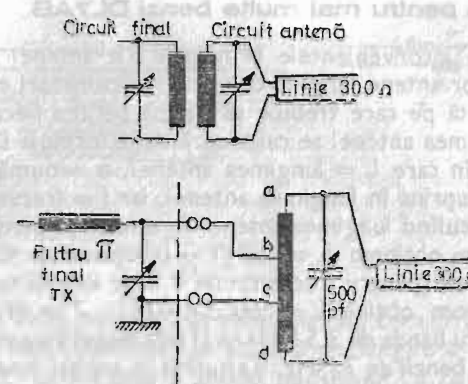


FIG. 125

Bobinajul L_2 se conectează la ieșirea filtrului π al emițătorului.

Pentru reglajul corect se folosește fie un măsurător de unde staționare (reflectometru) montat între ieșirea filtrului π și bobinajul L_2, fie, în lipsă, două beculețe montate în serie cu cei doi conductori ai liniei de alimentare și care după efectuarea reglajului corect se scurtcircuitează.

Antena lucrează bine pe toate cele 5 benzi de radioamator, iar coeficientul de unde reflectate obținut la un reglaj corect este sub 1,5 pe toate benzile, chiar și în banda de 80 m de la 3 500 kHz pînă la 3 800 kHz.

Altă variantă a acestei antene are dimensiunile de 10,10 m pentru cele două brațe ale dipolului și pentru linia de alimentare, fiind deci potrivită acolo unde spațiul disponibil nu permite montarea primei variante. Ea lucrează bine în benzile de 40, 20, 15 și 10 m și mulțumitor în banda de 80 m. Alimentarea se face în tensiune în benzile de 40, 20, 15 și 10 m, folosind circuitul de simetrizare descris. În banda de 80 m cuplul antenă-linie se alimentează în curent, folosind un bobinaj de cîteva spire cuplat cu etajul final al emițătorului. În cazul cînd între ieșirea emițătorului și circuitul de simetrizare este distanță, se folosește pentru cuplaj un cablu coaxial de 75 ohmi.

În afara faptului că antena dă rezultate bune în toate cele 5 benzi de radioamator, simetria întregului ansamblu (antenă-linie) reduce mult radiațiile parazite ce provoacă perturbații TVI și BCI.

Antena pentru mai multe benzi DL7AB

Unul din inconvenientele principale ale antenei „long wire", cît și ale altor antene lungi folosite de radioamatori este lungimea critică diferită pe care trebuie să o aibă pentru fiecare bandă în parte. Lungimea antenei se calculează după formula L = 150 (n — — 0,05) : f, în care L = lungimea antenei, n = numărul de semiunde (λ/2) cuprins în lungimea antenei, iar f = frecvența de lucru în MHz. Calculînd lungimea antenei în semiundă pentru frecvența de 3,5 MHz, obținem L = 150 (1 — 0,05) : 3,5 = 40,71 m. După aceeași formulă (pentru frecvența de 7 MHz antena cuprinde două semiunde) vom obține L = 150(2 — 0,05) : 7 = 41,78 m, deci antena pentru banda de 3,5 MHz va fi mai scurtă cu peste 1 m decît era necesară benzii de 7 MHz. Calculînd în același mod, vom vedea că această diferență crește pe măsură ce lucrăm pe benzi de frecvențe mai înalte (14, 21 și 28 MHz). De aceea, folosind antena „long wire" ca antenă multiband, trebuie să ținem seama că dimensiunea ei poate fi stabilită precis pentru o singură bandă pe care va lucra bine. În celelalte benzi, antena este fie mai scurtă, fie mai lungă, constituind deci o soluție de compromis.

Radioamatorul DL7AB a propus și realizat o metodă simplă de acordare a acestor antene în toate benzile de radioamatori, bazată pe principiul că acțiunea de lungire pe care o realizează o inductanță intercalată în firul radiant al antenei este maximă cînd inductanța se găsește într-un maxim de curent și se reduce pe măsură ce poziția inductanței se deplasează către nodurile de curent, fiind minimă cînd inductanța se găsește chiar într-un nod de curent. În fig. 126 este reprezentat un element radiant în λ/2 pentru banda de 3,5 MHz, avînd o asemenea inductanță în apropierea unuia din capete și distribuția curentului pe cele cinci benzi de unde scurte pentru radioamatori.

Observăm că pentru banda de 28 MHz poziția inductanței se găsește în maximum de curent, pe cînd pe celelalte benzi se depărtează din ce în ce mai mult de acest maxim, ceea ce are ca urmare o reducere corespunzătoare a acțiunii de lungire a antenei.

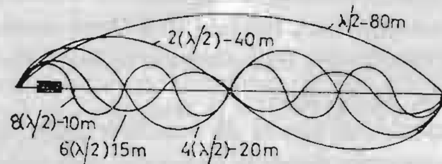


FIG. 126

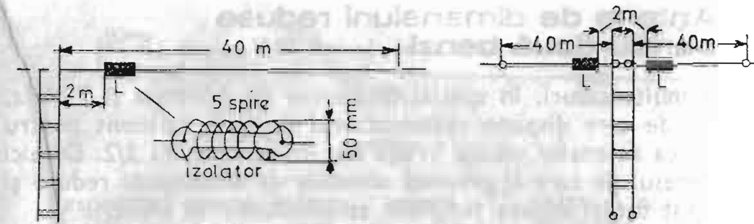


FIG. 127 FIG. 128

În fig. 127 se prezintă o antenă multiband DL7AB realizată pe acest principiu. Pentru banda de 3,5 MHz lungimea antenei este mai mică decît ar fi necesar, dar acțiunea de lungire a bobinei, deși redusă (poziția sa fiind aproape de nodul de curent), este suficientă pentru a asigura rezonanța. În banda de 7 MHz antena este mai scurtă cu 1,70 m decît lungimea necesară rezonanței, dar, în acest caz, bobina găsindu-se mai aproape de maximum de curent, acțiunea sa de „lungire" crește și compensează scurtarea, asigurînd rezonanța. În banda de 14 MHz diferența între lungimea geometrică a antenei și cea necesară pentru rezonanță reprezintă circa 2,3 m, în banda de 21 MHz, circa 2,5 m, iar în cea de 28 MHz, circa 2,7 m. Pe măsură ce crește frecvența, poziția bobinei se apropie mai mult de maximum de curent, pentru a coincide cu acesta în banda de 28 MHz. Ca urmare, acțiunea de lungire este din ce în ce mai pronunțată, compensînd aceste diferențe și asigurînd rezonanța în toate benzile.

Conectarea bobinei, care are 5 spire cu un diametru de 50 mm din conductor de cupru emailat de 2 mm diametru, se face în maximum de curent pentru banda de lucru cu frecvența cea mai mare, în cazul nostru banda de 28 MHz, respectiv la circa 2 m de capăt. Bobina se realizează fie pe o carcasă rezistentă care să nu cedeze la solicitările mecanice ale firului antenei, fie pe un izolator de dimensiuni corespunzătoare, ca în figură. Alimentarea antenei se poate face direct, conectîndu-se capătul la emițător, sau printr-o linie simetrică avînd impedanța 300—600 ohmi.

O variantă superioară de antenă multiband DL7AB este reprezentată în fig. 128.

Antene de dimensiuni reduse pentru două benzi

În multe cazuri, în special în benzile de 3,5 MHz și 7 MHz, spațiul de care dispune radioamatorul nu este suficient pentru instalarea antenelor clasice în λ/2 sau în multiplii de λ/2. De aici și interesul pe care îl prezintă antenele de dimensiuni reduse și care pot totuși asigura rezultate satisfăcătoare în trafic.

Antena în „T" pentru două benzi

Are o construcție compactă și ocupă un spațiu relativ redus. Ea rezultă dintr-o antenă verticală dublă în λ/4, a cărei jumătate superioară este comprimată în sens vertical, ceea ce dă naștere formei de „T". În cazul dimensiunilor din fig. 129, în banda de 3,5 MHz antena acționează ca radiant cu două conductoare, cu polarizare verticală a radiației și cu înălțimea de λ/8. Radiația se face prin partea verticală a antenei, în timp ce partea orizontală servește drept capacitate terminală. O mare importanță pentru randamentul antenei o prezintă o priză de pămînt de bună calitate.

În banda de 7 MHz partea verticală a antenei are lungimea de λ/4 și servește ca linie de alimentare, asigurînd totodată și adaptarea impedanței porțiunii orizontale la impedanța redusă a cablului coaxial de alimentare. Lungimea părții orizontale care, în acest caz, reprezintă un dipol repliat, este de 10,65 m, distanța dintre conductoare nefiind critică. Partea verticală are, de asemenea, lungimea de 10,65 m și este compusă din două conductoare paralele, formînd o linie gen „scăriță", cu o impedanță caracteristică de 300—500 ohmi. Se poate folosi ca porțiune verticală și o panglică bifilară TV cu impedanța de 300 ohmi, dar în acest caz, ținînd seama de coeficientul de scurtare (0,82), lungimea se reduce la 8,71 m. Pentru a obține randamentul maxim al antenei este însă preferabilă soluția liniei bifilare aeriene. Este recomandabil ca partea verticală a antenei să fie perpendiculară pe suprafața solului. Unul din conductoare se conectează la priza de pămînt, împreună cu cămașa metalică a cablului coaxial, iar celălalt, la conductorul central al cablului. Lungimea cablului coaxial nu este critică.

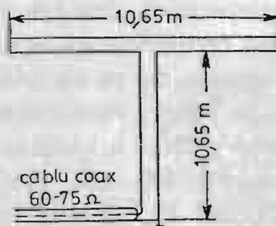


FIG. 129

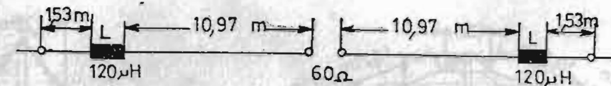


FIG. 130

Respectînd aceste indicații, antena „T" poate fi realizată și pentru alte benzi „armonice", cum ar fi benzile de 7 MHz și 14 MHz sau benzile de 14 MHz și 28 MHz.

Antena dipol de dimensiuni reduse pentru benzile de 3,5 MHz și 7 MHz

Dimensiunile reduse ale acestei antene se obțin prin aplicarea aceleiași metode pe care am analizat-o la antena DL7AB, folosind inductanțe intercalate în radiant în anumite poziții. În cazul antenei din fig. 130, bobinele sînt astfel amplasate încît permit acordul în benzile de 3,5 MHz și 7 MHz, deși lungimea totală a antenei nu depășește 26 m lungime.

Din experimentările făcute a reieșit că bobinele ce trebuie folosite au inductanța de 120 μH și se pot realiza prin bobinarea a 200 spire din conductor de cupru emailat 1 mm diametru, pe un cilindru din material izolant cu diametrul de 26 mm. O caracteristică a acestui gen de antenă este banda de frecvențe mai îngustă decît cea a antenelor obișnuite. Astfel, antena realizată după dimensiunile din fig. 130 acoperă o gamă de frecvențe în jurul a 100 kHz. Dacă pentru 7 MHz această lățime de bandă este suficientă, pentru 3,5 MHz banda de frecvențe acoperită cu randament maxim este aproximativ de la 3 500—3 600 kHz. Dacă se preferă traficul pe frecvențe mai mari (3 700—3 800 kHz), se procedează la scurtarea segmentelor de la capetele dipolului pînă la 1,25 m. Impedanța antenei este de circa 60 ohmi la centru, alimentarea ei făcîndu-se cu o linie bifilară sau un cablu coaxial de aceeași impedanță.

Dipolul înclinat de dimensiuni reduse pentru benzile de 3,5 MHz și 7 MHz

Este de fapt o variantă a antenei descrise mai înainte, avînd însă suficiente elemente ce o deosebesc de aceasta (fig. 131). În principiu este vorba de un dipol scurtat, așezat înclinat față de sol, care rezonează pe cele două benzi datorită unor bobine pre-

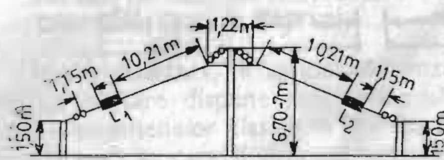


FIG. 131

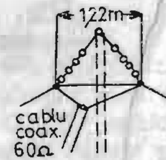


FIG. 132

lungitoare. Pentru construirea antenei sînt necesari trei piloni, unul central, de 7 m, și doi laterali, de 1,5 m înălțime. În centru, conductorul antenei este continuu, pentru alimentarea lui prin cablu coaxial folosindu-se un segment de adaptare de formă triunghiulară (fig. 132) care permite conectarea cablului coaxial de 60 ohmi. Dacă se va folosi cablu coaxial de 52 sau 75 ohmi, se va reduce sau crește proporțional lungimea porțiunii din conductorul antenei la care se face conectarea liniei triunghiulare. De fapt, dimensiunile optime se stabilesc prin teste pentru un coeficient cît mai redus de unde reflectate. Rezonanța antenei în banda de 3,5 MHz este în jurul frecvenței de 3 700 kHz, acoperind porțiunea 3 600—3 800 kHz, iar în banda de 7 MHz, întreaga bandă. Bobinele de prelungire L_1 și L_2 au 120 μH și sînt identice cu cele descrise la antena anterioară.

Deoarece antena se găsește aproape de sol, frecvența ei de rezonanță depinde mult de conductibilitatea solului. De aceea este necesară o verificare a frecvenței de rezonanță. Eventuale retușuri se pot face prin modificarea lungimii segmentelor de la capetele antenei.

Antena piramidală pentru banda de 3,5 MHz

Prezintă avantajul că ocupă un spațiu relativ redus și are o construcție compactă (fig. 133). Pentru construirea antenei este necesară o suprafață de 14 × 14 m și 5 piloni de lemn, unul central, de minimum 13 m, și patru laterali, de 3 m. Lungimea totală a firului antenei piramidale este egală cu λ. Dispunerea conductorului și punctele de alimentare sînt indicate în fig. 134. Antena este formată din două triunghiuri isoscele cu latura λ/6 și este alimentată astfel încît curenții care trec prin segmenții înclinați ai antenei sînt sinfazați (așa cum indică și săgețile din figură), iar curenții ce trec prin segmenții orizontali sînt antifazați, punctele A și B corespunzînd cu maximele de tensiune. Ca urmare, radiația conductoarelor orizontale este redusă, influențînd în

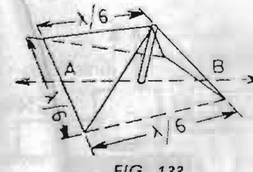


FIG. 133

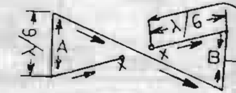


FIG. 134

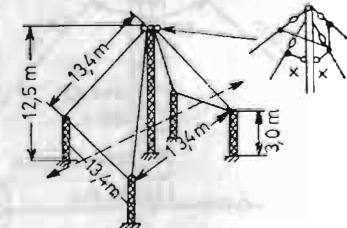


FIG. 135

mică măsură radiația generală a antenei. Diagrama directivității antenei piramidale prezintă maxime în direcția A—B și minime în direcția perpendiculară pe aceasta. În practică, aceste maxime și minime nu sînt absolute, iar diagrama de radiație poate fi considerată omnidirecțională, cu un oarecare cîștig pe direcția A—B. Această diagramă și rezistența de intrare a antenei piramidale sînt determinate în mare măsură de unghiul de înclinare a conductoarelor antenei, de înălțimea pilonului central și de conductibilitatea solului. Rezistența de intrare a antenei este cuprinsă între 60 și 100 ohmi, ceea ce permite alimentarea ei cu un cablu coaxial de 75 ohmi, de orice lungime. În fig. 135 sînt indicate dimensiunile și detaliile pentru construirea unei antene piramidale cu frecvența centrală de rezonanță 3 700 kHz.

Deoarece antena piramidală se alimentează printr-o linie adaptată, acordarea ei se poate face numai prin modificarea dimensiunilor radiantului. Pentru aceasta, în punctele A și B se pot face două bucle de circa 25 cm, bucle care în reglajul definitiv al antenei pot fi lăsate ca atare sau pot fi scurtcircuitate parțial sau total, în vederea realizării rezonanței antenei în mijlocul benzii de lucru alese.

Ca o indicație practică, vom ține seama de faptul că o mărire a dimensiunilor antenei cu 45 cm duce la micșorarea frecvenței de rezonanță a antenei cu circa 50 kHz.

Antena V întors „Inverted V"

Reprezintă o soluție intermediară între antenele cu polarizare verticală și cele cu polarizare orizontală, dînd rezultate bune atît la distanțe mici, cît și la distanțe mari, ca urmare a unghiului de radiație favorabil.

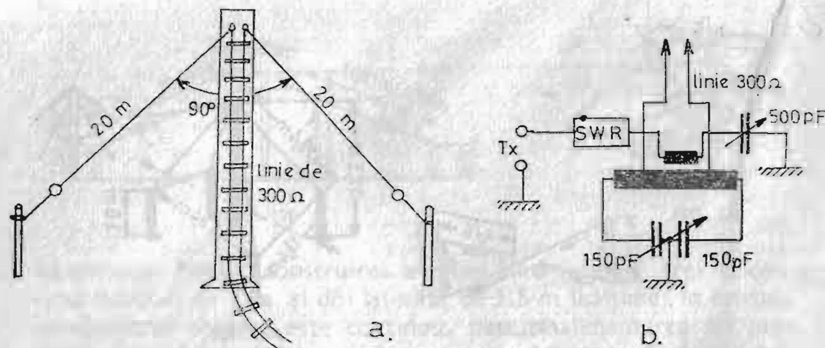


FIG. 136

Este de fapt un dipol cu brațele înclinate, ale cărui capete se apropie de pămînt, unghiul format de cele două brațe fiind cuprins între 90° și 120°.

În fig. 136 a este prezentată o antenă „inverted V" multiband, ce poate lucra în benzile de 80, 40, 20, 15 și 10 m, cu brațele dipolului de 20,00 m, un unghi între brațe de 90° și alimentat la centru printr-o linie bifilară cu impedanța 300—600 ohmi. Cuplajul liniei de alimentare cu emițătorul se face printr-un circuit de adaptare prezentat în fig. 136 b.

În cazul cînd antena este folosită pentru o singură bandă, brațele dipolului înclinat se calculează după formula obișnuită la antena dipol, iar alimentarea se face la centrul antenei, printr-un cablu coaxial de 52—75 ohmi (fig. 137). Folosind mai mulți dipoli

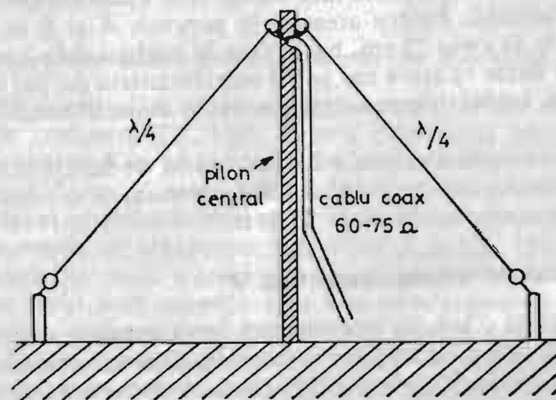


FIG. 137

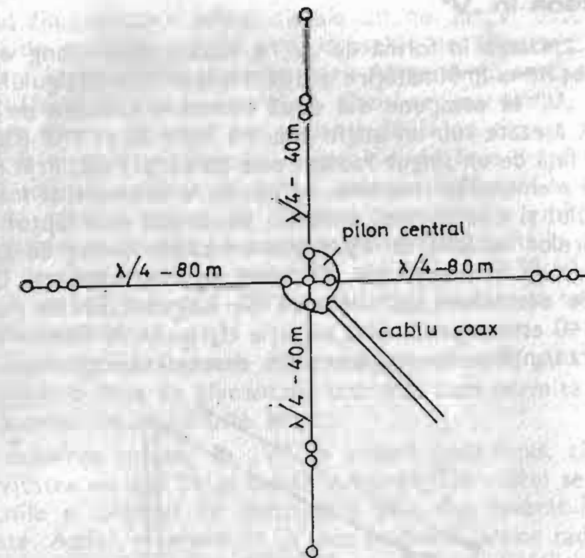


FIG. 138

înclinați pentru benzi diferite pe un suport comun și alimentați în paralel (fig. 138), obținem o antenă „inverted V" multiband.

Dipolii pentru diferite benzi se montează la distanță unii de alții. Astfel, la antena pentru două benzi (fig. 138), dipolii se montează perpendicular unul pe altul în plan orizontal, deci într-un unghi de 90°, iar în cazul mai multor dipoli, la unghiurile corespunzătoare, alimentarea realizîndu-se printr-un cablu coaxial comun. Lungimea brațelor dipolului pentru fiecare bandă în parte rezultă ceva mai mică decît la dipolul simplu, ca urmare a apropierii capetelor sale de pămînt și a influenței vecinătăților.

Astfel, pentru banda de 80 m, respectiv frecvența centrală de 3 650 kHz, brațele dipolului vor avea circa 20,20 m fiecare, pentru banda de 40 m, circa 10,20 m, pentru banda de 20 m, circa 5,10 m.

În practică, după montarea antenei, calculată conform formulei clasice, se procedează la scurtarea experimentală a brațelor dipolului pînă se obține cel mai mic coeficient de unde reflectate în centrul benzii de lucru dorite.

Montarea antenei se realizează pe un suport central din lemn de dimensiuni corespunzătoare, pentru ca la capetele dipolului distanța față de pămînt să fie de 1,5—2,00 m.



Antena în „V"

Prin așezarea în formă de „V" a două antene „long wire" se poate obține o îmbunătățire a directivității și a cîștigului. O antenă în „V" se compune din două elemente radiante de aceeași lungime, așezate sub un unghi cuprins între 30 și 110° (fig. 139). Cîștigul față de un singur radiant este de circa 3 dB. Prin mărirea lungimii elementelor radiante se obține o creștere și mai mare a cîștigului și directivității antenei. Important este faptul ca lungimea firelor radiante să reprezinte un număr întreg de $\lambda/2$ pentru banda de frecvențe cea mai mică pe care lucrează. Unghiul optim de deschidere „α" depinde de lungimea firelor radiante. În fig. 140 este reprezentată variația cîștigului în funcție de lungimea radianților cu unghiuri de deschidere optime.

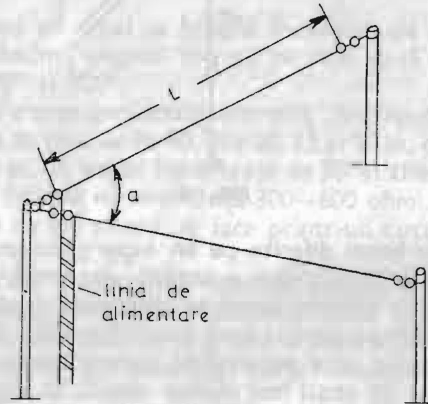


FIG. 139

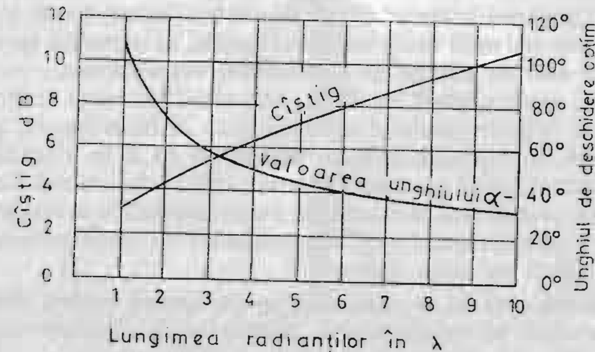


FIG. 140

Unul din avantajele principale ale antenei în „V" este unghiul vertical de radiație, relativ mic, deosebit de important pentru asigurarea legăturilor la distanțe mari. Alimentarea antenei în „V" poate fi făcută în mai multe feluri. Cazul cel mai simplu este alimentarea directă a celor doi radianți de la un circuit simetric, adaptat la ieșirea emițătorului, eliminîndu-se linia de alimentare. Această soluție, aplicată de autor, este posibilă dacă cei doi radianți au capătul comun în imediata apropiere a emițătorului. Într-o asemenea situație se poate lucra în toate benzile de radioamatori de unde scurte, folosind doi radianți de 41,50 m lungime, așezați la un unghi de 60...90°, după banda pe care se solicită cel mai bun randament.

În cazul cel mai frecvent alimentarea antenei în „V" se realizează printr-o linie de alimentare acordată care permite funcționarea antenei în mai multe benzi.

La folosirea antenei în „V" ca antenă multiband, cîștigul și directivitatea variază de la bandă la bandă. De obicei se aleg dimensiunile și unghiul de deschidere cele mai favorabile benzii preferate. Astfel, o antenă în „V" cu lungimea firelor radiante de 63,05 m și cu un unghi de deschidere de 47° are dimensiunile optime pentru banda de 21 MHz (lungime $9\lambda/2$ și un cîștig de circa 6,5 dB). Aceeași antenă poate fi folosită în banda de 14 MHz (lungime $6\lambda/2$ și un cîștig de circa 5 dB) și în banda de 28 MHz (lungime $12\lambda/2$ și un cîștig de circa 8 dB). În benzile de 7 MHz și 3,5 MHz, cîștigul se reduce corespunzător, dar antena lucrează în condiții bune, avînd însă o directivitate mai redusă.

Antena „Stea"

Această denumire este dată sistemului format din combinații de antene în „V", foarte eficace, putînd fi folosit în toate benzile de radioamatori (fig. 141).

De la un pilon central de minimum 10 m înălțime pornesc cinci radianți, fiecare avînd lungimea de 42,25 m, cu unghiuri de deschidere între radianți de 72°, prinși la celălalt capăt de alți cinci piloni marginali. În cazul în care pilonii marginali sînt mai mici în înălțime decît cel central, radiația antenei se va produce într-un unghi mic față de orizont, fiind favorabilă legăturilor la distanțe mari. Așa cum se poate deduce și din schemă, se lucrează la alegere cu cîte doi radianți alăturați, al căror unghi de deschidere este orientat pe direcția dorită.



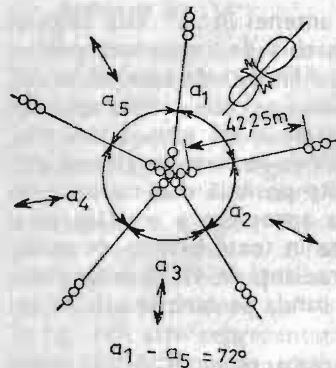


FIG. 141

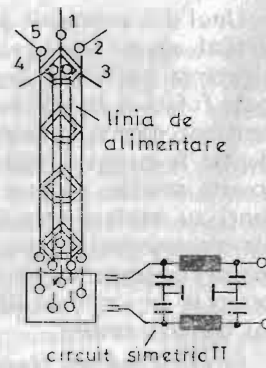


FIG. 142

Alimentarea antenei (fig. 142) se face printr-o linie de alimentare compusă din cinci conductoare paralele, așezate în formă de pentagon, la distanțe de 10–15 cm unul de altul. Fiecare pereche de conductoare învecinate reprezintă o linie acordată dublă pentru alimentarea a doi radianți în „V". Antena fiind compusă la rîndul ei din cinci antene în „V" ce pot fi conectate alternativ, și ținînd seama că fiecare are o diagramă de directivitate bilaterală, se obține un sistem de antene cu zece direcții de radiație.

Unghiul de deschidere a fasciculului principal în plan orizontal al fiecărei antene este de aproximativ 36°, iar întregul ansamblu acoperă orice sector în cadrul celor 360°. În comparație cu antenele direcționale rotative, antena „stea" are avantajul că nu necesită tuburi sau construcții metalice complicate și nici reglaje complicate. Iată și cîteva variante de antene „stea" : 7 conductoare cu lungimea de $8\lambda/2$ și unghiuri de deschidere de 51,5° ; 8 conductoare cu lungimea de $10\lambda/2$ și unghiuri de deschidere de 45° ; 9 conductoare cu lunginea de $12\lambda/2$ și unghiuri de deschidere de 40°.

În cazul cînd nu este necesar să se acopere prin diagrama de radiație toate direcțiile cu cîștig maxim, se poate renunța la unul sau mai mulți radianți. În fig. 143 este prezentată o variantă cu patru radianți, avînd lungimea de $6\lambda/2$ pentru banda de 21 MHz și unghiul de deschidere 60°. Este recomandabil ca lungimea radianților să fie optimă pentru banda de 21 MHz. Diferențele mici la dimensiunile liniei de alimentare și a radianților pot fi compensate prin acordul circuitului simetric π ce leagă linia de alimentare de emițător.

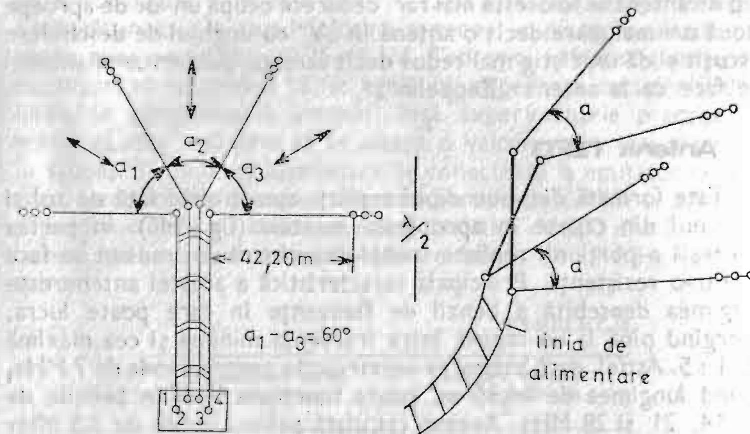


FIG. 143 FIG. 144

Antena în „V" cu două etaje

Cîștigul antenei în „V" poate fi mărit cu circa 3 dB prin îngustarea diagramei de radiație în plan vertical, așezînd două antene în „V" una deasupra celeilalte, la distanța de $\lambda/2$ (fig. 144). Segmentul în semiundă ce leagă ambele antene este încrucișat, deoarece linia în $\lambda/2$ schimbă faza cu 180°. Prin această încrucișare se asigură alimentarea în fază a ambelor antene.

Antena în „V" cu unghiul de deschidere obtuz

Este o variantă a antenei în „V" (fig. 145). Unghiul α este variabil în funcție de lungimea conductorului ce îl formează, și anume, pentru $2\lambda = 110°$; $3\lambda = 122°$; $4\lambda = 140°$; $5\lambda = 137°$; $6\lambda = 140°$; $7\lambda = 142°$; $8\lambda = 144°$; $9\lambda = 146°$; $10\lambda = 147°$. Acest

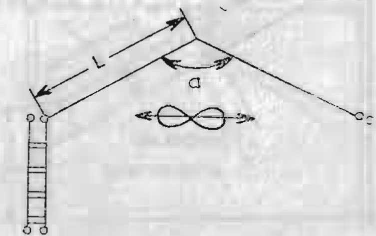


FIG. 145

tip de antenă se folosește mai rar, deoarece ocupă un loc de aproape două ori mai mare decît o antenă în „V" cu unghiul de deschidere ascuțit și dă un cîștig mai redus decît aceasta. Alimentarea antenei se face ca la antena „Zeppelin".

Antena T2FD

Este formată dintr-un dipol repliat, așezat oblic față de sol și cu unul din capete în apropierea acestuia (fig. 146). În partea centrală a porțiunii repliate închiderea circuitului radiant se face printr-o rezistență. Principala caracteristică a acestei antene este lărgimea deosebită a benzii de frecvențe în care poate lucra, mergînd pînă la un raport între frecvența minimă și cea maximă de 1 : 5. Astfel, dacă antena se construiește pentru banda de 7 MHz, avînd lungimea de 14,35 m, poate funcționa bine în benzile de 7, 14, 21 și 28 MHz. Antena calculată pentru banda de 3,5 MHz lucrează bine și în benzile de 7 MHz și 14 MHz.

Cu un unghi de înclinare de 30°, diagrama de radiație a antenei este omnidirecțională, cîștigul fiind comparabil cu al unui dipol clasic în $\lambda/2$. Pentru dimensiunile specificate pe schiță, antena are o bandă de lucru de la 7 la 35 MHz, dar poate funcționa mulțumitor și în banda de 3,5 MHz. Lungimea fizică a dipolului este de $\lambda/3$ în raport cu cea mai joasă frecvență, respectiv 7 MHz, sau din formula 1 (cm) = 10 000 : f (MHz). Distanța optimă *d* exprimată în cm este egală cu : d (cm) = 300 : f MHz, în cazul nostru 0,45 m. Unghiul de înclinație față de sol în mod obișnuit este de 30°, dar poate fi de 40° sau 20°.

Linia de alimentare trebuie să aibă impedanța caracteristică de 300 pînă la 600 ohmi. Rezistența trebuie să fie neinductivă,

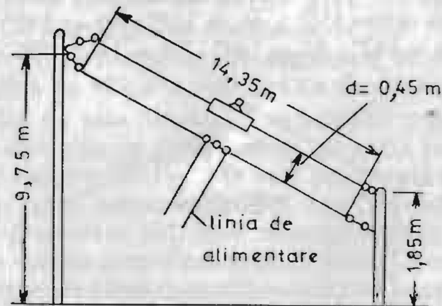


FIG. 146

puterea disipată în ea este de circa 35 la sută din puterea de ieșire a emițătorului. În cazul folosirii antenei la recepție, rezistența poate avea wataj mic, 0,25—1 W. Teoretic, valoarea rezistenței de absorbție ar trebui să fie egală cu impedanța caracteristică a liniei de alimentare a antenei, însă experimentele practice au arătat că este mai bine să se aleagă o valoare ceva mai mare, ca în tabelul 5. Linia de alimentare se conectează la emițător cu ajutorul unei bobine de cuplaj. Pentru benzile de 7 MHz și 3,5 MHz și pentru o linie cu impedanța caracteristică de 600 ohmi, această bobină avea circa 6 spire, iar pentru banda de 14 MHz, circa 3 spire.

TABELUL 5

Impedanța liniei de alimentare Ω	Valoarea optimă a rezistenței în Ω
600	650
450	500
300	390

Antena în formă de H culcat

Este formată din doi dipoli radianți cu lungimea λ, așezați unul deasupra celuilalt la o distanță egală cu $\lambda/2$ și alimentați în fază datorită liniei încrucișate (fig. 147). Alimentarea antenei se

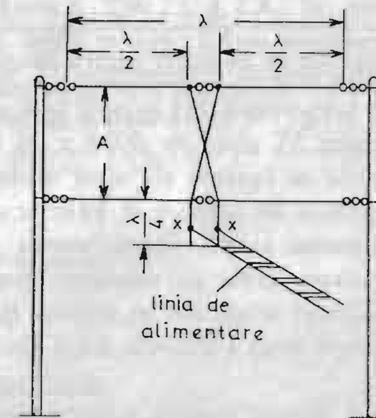


FIG. 147

face printr-o buclă în λ/4 scurtcircuitată, care permite adaptarea oricărei linii la impedanța caracteristică a antenei.

Diagrama de radiație în plan orizontal este similară cu a dipolului clasic în λ/2. Lățimea lobului principal este de circa 60°. Unghiul de radiație în plan vertical este mic, favorizînd legăturile DX. Cîștigul teoretic este de circa 5,8 dB, dar practic, ca urmare a unghiului mic de radiație, antena se comportă mai bine ca alte antene cu același cîștig.

Este de dorit ca etajul de jos al antenei să se găsească la o distanță de cel puțin λ/2 de la sol, dar antena lucrează destul de bine și la înălțimi mai mici. Distanța dintre cei doi dipoli se stabilește de obicei la λ/2. Dacă mărim această distanță cîștigul antenei crește, și invers. În tabelul 6 sînt date dimensiunile radianților, distanța

TABELUL 6

Banda MHz	Lungimea (L) radiantului (m)	Distanța între etaje (A) (m)	Cîștigul (dB)
14	20,60	10,50 7,95 15,90	5,8 4,4 6,6
21	13,90	7,10 5,33 10,70	5,8 4,4 6,6
28	10,25	5,30 4,00 7,95	5,8 4,4 6,6

dintre etaje și cîștigurile ce se obțin pentru benzile de 14, 21 și 28 MHz. Antena poate fi alimentată și printr-o linie dublă aeriană acordată (fig. 148). În fig. 149 este arătată o variantă a alimentării

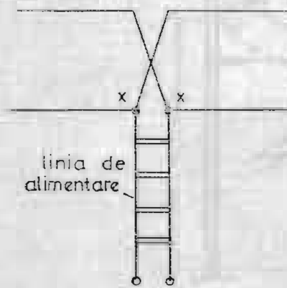


FIG. 148

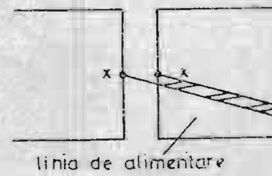


FIG. 149

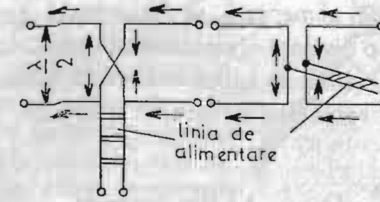


FIG. 150

antenei, care nu cere încrucișarea conductoarelor liniei în λ/2 dintre etaje. În acest caz alimentarea se face în centrul liniei de legătură dintre etaje, care astfel se împarte în doi segmenți de linie în λ/4, conectați la etajul superior și cel inferior al antenei. În fig. 150 sînt comparate ambele variante de alimentare și se vede, după direcțiile de trecere a curentului, că în ambele cazuri elementii antenei sînt alimentați și se excită în fază.

În cazul alimentării centrale, linia de alimentare poate avea impedanța caracteristică redusă. Dacă vom considera fiecare etaj al antenei ca un radiant în λ, la centrul căruia este conectată o linie în λ/4, impedanța caracteristică a fiecărui etaj este de circa 4 000 ohmi, iar impedanța caracteristică a liniei în λ/4, egală cu 600 ohmi, atunci impedanța caracteristică a liniei de alimentare se poate calcula după formula $Z = ZL \times ZA$, în care Z = impedanța caracteristică a liniei în λ/4, ZA = impedanța caracteristică a fiecărui etaj, iar ZL = impedanța caracteristică rezultată pentru fiecare etaj la capătul liniei în λ/4. Introducînd în formulă valorile, obținem $600 = ZL \times 4\,000$, de unde ZL este egală cu circa 100 ohmi. Cum ambele etaje ale antenei se conectează în paralel, impedanța caracteristică la punctul de alimentare se reduce la circa 50 ohmi, permițînd alimentarea antenei printr-o linie de această impedanță, respectiv un cablu coaxial de 50—60 ohmi. Dacă antena este folosită pe mai multe benzi, se preferă alimentarea printr-o linie dublă acordată a cărei impedanță caracteristică nu mai are importanță.

Alimentarea centrală a antenei asigură simetrie electrică și geometrică. Pentru a nu influența negativ această simetrie, este

necesar ca linia de alimentare să fie așezată perpendicular pe planul antenei, pe o distanță cît mai mare posibil. Atunci cînd acest lucru nu se poate realiza, se aplică metoda de alimentare a antenei în partea de jos, respectiv în centrul dipolului, ca în fig. 150.

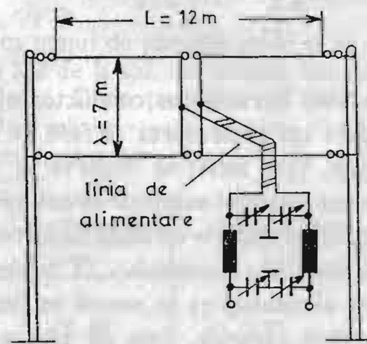


FIG. 151

O antenă în H culcat și care poate lucra multiband, respectiv în benzile 14, 21 și 28 MHz, este prezentată în fig. 151. Alimentarea se realizează printr-o linie acordată, al cărei acord se face printr-un circuit π simetric, așezat la capătul liniei, conectat la emițător.

Antena rombică

Rezultă din combinarea a două antene în „V" și este cunoscută ca una din cele mai simple antene dirijate pentru benzile de unde scurte. Are o bandă de trecere largă, o bună diagramă de radiație și un cîștig de cîmp apreciabil. În plus, poate fi utilizată și ca antenă pentru mai multe benzi. În fig. 152 este prezentată antena rombică și diagrama ei de radiație.

Cîștigul de cîmp al unei antene rombice este mai mare ca amplificarea unei antene în „V" cu lungimea echivalentă, iar diagrama ei de radiație depinde într-o măsură mai mică de modificarea frecvenței de lucru. Toate dimensiunile indicate pentru antena în „V", lungimea conductorilor L și unghiul de deschidere rămîn valabile și pentru antena rombică. În tabelul 7 este indicat cîștigul de cîmp în direcția optimă de radiație a unei antene rombice, cu unghiul de deschidere optim față de lungimea L a conductorului ce formează latura rombului, în comparație cu un dipol obișnuit.

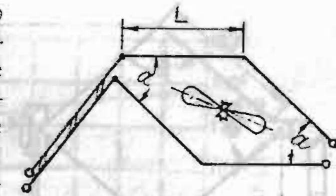


FIG. 152

TABELUL 7

Lungimea L	Unghiul grade	Cîștig de cîmp dB
1,0	105	6,5
1,5	85	7,0
2,0	73	7,5
2,5	64	8,0
3,0	58	8,5
3,5	54	9,0
4,0	50	9,5
4,5	48	10,0
5,0	45	10,5

Deoarece atît dimensiunile laturii rombului, cît și unghiurile de deschidere ale antenei rombice au aceleași valori ca la antena „V", obținerea antenei rombice este posibilă prin conectarea a două antene în „V" egale.

Cîștigul de cîmp este cu circa 3 dB mai mare decît la antena în „V", iar lățimea benzii de lucru crește.

Antena rombică poate fi unidirecțională. În acest caz, la capătul deschis al antenei rombice se conectează o rezistență de absorbție de 750—800 ohmi și cu o putere de disipație egală cu cel puțin jumătate din energia de radiofrecvență generată de emițător (fig. 153).



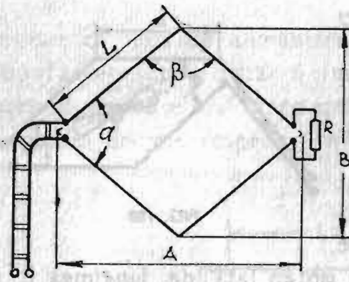


FIG. 153

Antena rombică prevăzută cu rezistență de absorbție are o bandă de trecere largă și, ca urmare, dimensiunile elementelor nu sînt critice.

Admițînd o micșorare maximă a cîștigului de cîmp cu 2 dB, frecvența de lucru poate fi modificată în raport de 1 : 2, rezultînd însă unele modificări ale diagramei de radiație a antenei. Aceste diagrame — atît cea orizontală cît și cea verticală — sînt determinate în primul rînd de unghiul de deschidere α, cîștigul de cîmp mărindu-se pe măsură ce latura L a rombului crește. Înălțimea de suspendare a antenei trebuie să fie egală cel puțin cu jumătate din lungimea undei de lucru, deoarece printr-o micșorare a înălțimii de suspendare se produce o mărire a unghiului vertical al radiației maxime, ceea ce în benzile de radioamatori nu este de dorit. Dacă lungimea laturii rombului este egală cu aproximativ 6 λ, atunci orientarea radiației este foarte înaltă și, ca urmare, alegerea unui unghi optim devine grea.

Alimentarea antenei rombice. Rezistența de intrare a unei antene rombice cu rezistență de absorbție este de 700—800 ohmi. Ca urmare, alimentarea poate fi făcută printr-o linie cu impedanța caracteristică de aceeași valoare. De obicei, se folosește o linie bifilară cu izolație aeriană și o impedanță de circa 600 ohmi, care permite folosirea antenei în mai multe benzi, cu o ușoară creștere a coeficientului de unde reflectate. Desigur, dacă folosim un dispozitiv de adaptare, putem utiliza o linie de alimentare și de altă impedanță, dar în acest caz banda de lucru se restrînge mult, antena lucrînd bine numai pe una din benzi. Linia de alimentare cu impedanța de 600 ohmi este avantajoasă și față de liniile de alimentare acordate, avînd pierderi mai mici, iar adaptarea cu etajul final al emițătorului se face cu mult mai ușor.

Rezistența de absorbție trebuie să fie neinductivă și necapacitivă. Pentru emițătoarele de mică putere această rezistență se confecționează din una sau mai multe rezistențe de formă peliculară. Pentru micșorarea capacității se preferă soluția mai multor rezistențe legate în serie. Pentru emițătoarele de putere mai mare

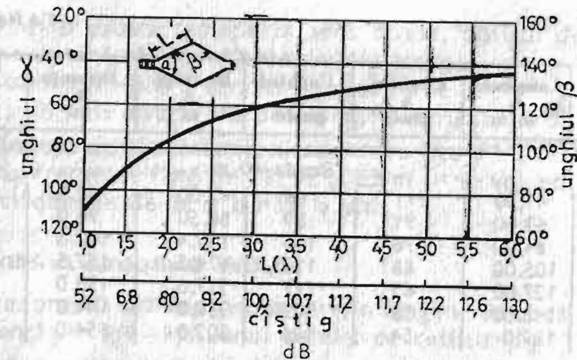


FIG. 154

se recomandă folosirea unor rezistențe special confecționate, cu valoarea totală a grupului sau rezistenței unice de 800 ohmi.

Această rezistență absorbantă se așază cît mai aproape de capătul antenei, opus celui unde se face alimentarea și protejat într-o cutie impermeabilă.

Construcția antenei. Pentru o diagramă de radiație optimă și un cîștig de cîmp cît mai mare, trebuie respectată o anumită corelație între unghiul de deschidere a antenei α și lungimea L a laturii rombului, indicate în fig. 154.

În aceeași figură, sub scara lungimii este indicat cîștigul antenei, deoarece acest cîștig în direcția lobului principal depinde direct de lungimea laturii rombului. Deoarece unghiul vertical de radiație al antenei depinde de înălțimea suspendării, aceasta trebuie să fie cel puțin λ/2 în benzile de 20, 15 și 10 m.

Înainte de a trece la construirea antenei, se va face o schiță a acesteia, determinîndu-i-se dimensiunile (lungimile și lățimile). În tabelul 8 sînt prezentate dimensiunile antenelor rombice calculate pentru benzile de radioamatori de 40, 20, 15 și 10 m, și anume pentru mijlocul benzilor.

Ca urmare a lărgimii benzii de lucru, nu este nevoie de o respectare strictă a dimensiunilor, ele putînd fi în jurul valorilor indicate. Dimensiunile A și B, necesare pentru instalarea stîlpilor antenei, sînt rotunjite și este bine ca distanța între stîlpi să fie ceva mai mare, pentru a se putea face mici modificări ale unghiurilor α și β atunci cînd există o reglare precisă a raportului dintre puterea radiată în sens direct și puterea radiată în sens invers (raportul față—spate).

TABELUL 8

Lungimea L în λ	Lungimea L în m	Unghiul α grade	Unghiul β grade	Distanța A m	Distanța B m	Cîștig cîmp dB
			Banda 40 m			
1,0	41,50	111	69	47,00	68,5	5,2
1,5	63,00	91	89	88,50	90,0	6,8
2,0	84,00	76	104	132,4	103,5	8,0
2,5	105,00	68	112	174,5	117,5	9,2
3,0	127,00	63	117	217,0	133,0	10,0
3,5	148,00	58	122	259,0	144,0	10,7
4,0	169,0	54	126	302,0	154,0	11,2
			Banda 20 m			
1,0	20,8	111	69	24,0	34,5	5,2
2,0	42,0	76	104	66,5	52,0	8,0
3,0	63,0	63	117	108,0	66,0	10,0
4,0	84,5	54	126	151,0	77,0	11,2
5,0	106,0	48	132	194,0	86,5	12,2
6,0	127,0	44	136	236,0	95,5	13,0
			Banda 15 m			
1,0	13,8	111	69	15,7	22,8	5,2
2,0	28,0	76	104	44,5	34,5	8,0
3,0	42,0	63	117	72,0	44,0	10,0
4,0	56,5	54	126	101,0	51,5	11,2
5,0	70,5	48	132	129,0	57,5	12,2
6,0	85,0	44	136	158,0	64,0	13,0
			Banda 10 m			
1,0	10,2	111	69	11,6	17,0	5,2
2,0	21,0	76	104	33,1	26,0	8,0
3,0	31,5	63	117	54,0	33,0	10,0
4,0	42,0	54	126	75,0	38,5	11,2
5,0	52,5	48	132	96,0	43,0	12,2
6,0	63,0	44	136	117,0	47,5	13,0

Din tabel se vede că antena rombică poate fi folosită cu succes ca antenă pentru mai multe benzi. Astfel, latura rombului egală cu 42 m are 1 λ pentru banda de 40 m ; 2 λ pentru banda de 20 m ; 3 λ pentru banda de 15 m și 4 λ pentru banda de 10 m. În cazul folosirii antenei rombice pentru mai multe benzi, apar însă unele aspecte deosebite. Astfel, în cazul descris, unghiul de deschidere optim pentru banda de 15 sau 20 m este prea mare pentru banda de 10 m și prea mic pentru cea de 40 m, și ca urmare lobul de bază al diagramei de radiație în banda de 10 m se îngustează, apar lobi

laterali și o ușoară radiație în sens invers, cîștigul de cîmp în direcția optimă rămînînd aproximativ același.

În banda de 40 m diagrama de radiație se lărgește și apare radiația și în sens invers, antena devenind întrucîtva bidirecțională.

În funcție de dimensiunile alese pentru latura L a rombului — cele mai frecvente fiind de 21, 42 și 63 m — se vor obține caracteristici diferite de la o bandă la alta.

Antena directivă W8JK

Este formată din două vibratoare în lungime de undă așezate la o distanță de λ/4—λ/8, unul paralel cu celălalt (fig. 155 a, b).

Ambele brațe ale fiecărui vibrator se excită sinfazic, iar ambele vibratoare cu un decalaj al fazelor de 180°. Ca urmare, fiecare vibrator funcționează ca radiant și în același timp ca reflector pentru celălalt vibrator. În fig. 156 sînt arătate direcțiile curenților în lungul conductoarelor antenei. Antena radiază în două direcții perpendiculare pe axul celor două conductoare, coeficientul de cîștig fiind determinat de distanța A dintre cele două vibratoare. Astfel, la o distanță între vibratoare de λ/8, cîștigul teoretic este de 6,2 dB, reducîndu-se pînă la 5,6 dB odată cu modificarea distanței pînă la λ/4.

Pentru a obține o radiație cît mai înclinată în plan vertical, favorabilă legăturilor la mari distanțe, înălțimea de suspendare a antenei trebuie să fie egală cu cel puțin λ/2. De obicei elementele antenei se suspendă orizontal (fig. 155 a) sau, la nevoie, vertical (fig. 155 b).

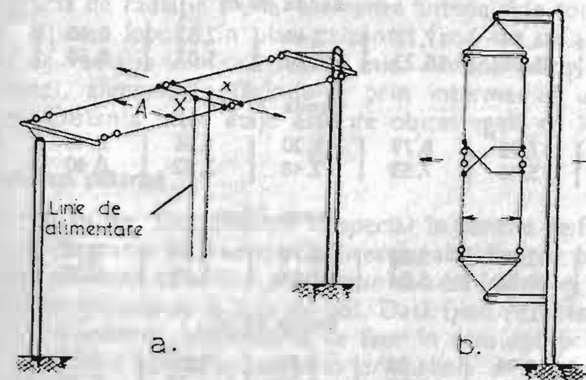


FIG. 155

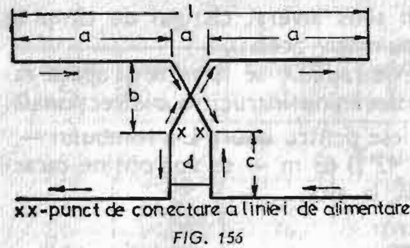


FIG. 156

Impedanța de intrare a antenei în punctele XX este mare și e bine să folosim o linie de alimentare acordată, iar pentru reducerea pierderilor se recomandă de asemenea să folosim un sistem de adaptare. Antena poate lucra cu diagramă de orientare, bună pe două benzi. Astfel, dacă distanța dintre vibratoare A este λ/4 pentru banda de 10 m, antena poate fi folosită și în banda de 20 m, în acest caz distanța dintre radianți este egală cu λ/8, iar lungimea totală a fiecărui radiant este egală cu λ/2.

Cîștigul de cîmp este de 5,6 dB în banda de 10 m și aproximativ 4 dB în banda de 20 m. Tot astfel, o antenă W8JK calculată pentru banda de 20 m, cu distanța între radianți λ/4, lucrează și în banda de 40 m, iar o antenă W8JK, calculată pentru banda de 40 m, lucrează bine și în banda de 80 m. În tabelul 9 sînt indicate dimensiunile optime ale antenei W8JK, iar în fig. 157 a, construcția liniei de alimentare încrucișată.

TABELUL 9

Distanța A în λ	l, m	a, m	b, m	c, m	d, m	Cîștig dB
Banda 40 m						
A = λ/8	36,14	17,77	2,44	2,53	0,60	6,2
A = λ/4	31,06	15,23	5,00	5,07	0,60	5,6
Banda 20 m						
A = λ/8	17,98	8,79	1,20	1,26	0,40	6,2
A = λ/4	15,46	7,53	2,48	2,52	0,40	5,6
Banda 15 m						
A = λ/8	12,06	5,88	0,78	0,84	0,30	6,2
A = λ/4	10,38	5,04	1,64	1,68	0,30	5,6
Banda 10 m						
A = λ/8	8,96	4,38	0,60	0,63	0,20	6,2
A = λ/4	7,70	3,75	1,23	1,25	0,20	5,6

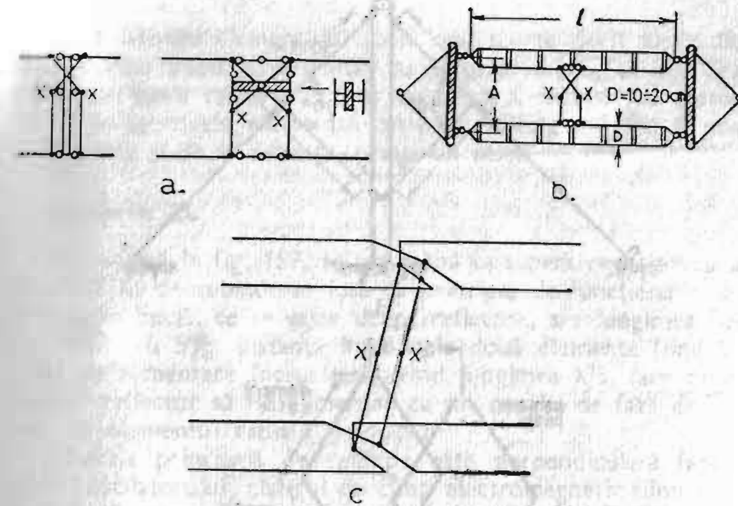


FIG. 157

Antena W8JK poate fi realizată și cu radianții în buclă, pentru asigurarea unei benzi de lucru mai largi, dar atunci antena va lucra bine numai într-o singură bandă (fig. 157 b).

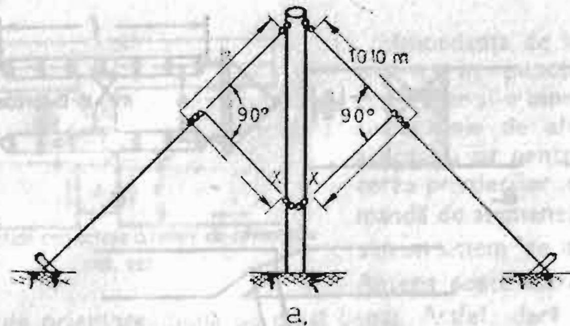
În acest caz fiecare vibrator are o lungime egală cu λ/2 și este mai scurt ca la antena W8JK obișnuită. Cîștigul de cîmp la această variantă este de circa 4 dB.

Putem de asemenea realiza și o antenă W8JK cu două etaje, rezultată din combinarea a două antene obișnuite W8JK (fig. 157 c).

Diagrama de radiație a unei asemenea antene este tot bidirecțională, lățimea lobului în plan orizontal fiind de circa 60°, iar unghiul de radiație verticală foarte mic. Antena poate lucra în două benzi, alimentarea făcîndu-se prin intermediul unei linii acordate. Distanța între etaje este de obicei egală cu λ/2.

Antena pătrat

Descrisă în fig. 158, folosită în special în benzile de frecvențe mari, are diagrama de radiație bidirecțională. Pentru banda de 10 m este suficient ca stîlpul susținător să aibă înălțimea de 9 m, baza antenei găsindu-se la 2 m de sol. Dată fiind rezistența mare de intrare a antenei, alimentarea se face în tensiune prin intermediul unei linii acordate sau prin orice linie de alimentare și



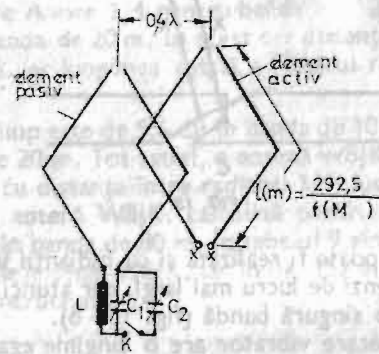


FIG. 158

un dispozitiv de adaptare corespunzător. Folosind o linie de alimentare acordată, antena pătrat calculată pentru banda de 10 m poate fi folosită și în banda de 20 m ca antenă cu polarizare verticală. Lungimea laturii pătratului este egală cu $l = \frac{292,5}{f(MHz)}$. În fig. 158 a dimensiunile sînt date pentru banda de radioamatori de 10 m. Pentru banda de 15 m (21 MHz) latura pătratului este egală cu 13,80 m.

Antena pătrat poate fi transformată în antenă unidirecțională prin adăugarea unui element pasiv, similar ca formă cu elementul radiant care joacă rolul de reflector sau director (fig. 158 b). Elementul radiant se alimentează printr-o linie acordată, reflectorul fiind așezat la distanța de 0,4 λ de radiant. Acordarea elementului pasiv, fie ca reflector, fie ca director, se face prin modificarea elementelor L_1, C_1 și C_2, în mod experimental. Acordul se începe

stabilind laturile elementului pasiv mai scurte decît ale radiantului. Avînd cheia K deschisă, cu ajutorul lui C_1 se acordează elementul pasiv ca director, iar cu cheia K închisă, cu ajutorul lui C_2 se acordează elementul pasiv ca reflector. Cheia K poate fi acționată și de la distanță, printr-un releu.

Antena ZL

Prezentată în fig. 159, se aseamănă ca aspect exterior cu antena W8JK, deosebindu-se însă ca principiu de funcționare. Elementul în buclă, ce servește drept reflector, are lungimea fizică mai mare cu 5%, distanța între cele două elemente fiind λ/8. Linia de alimentare încrucișată avînd lungimea λ/8, face ca elementul reflector să fie alimentat cu un decalaj de fază de 135° față de elementul radiant principal.

Direcția principală de radiație este perpendiculară față de planul oscilatorului, cîștigul de cîmp electromagnetic fiind în jur de 5,5 dB, atenuarea față-spate fiind de circa 40 dB. Elementele antenei fiind realizate sub forma unor dipoli repliați, cu o bandă de lucru largă, antena nu are nevoie de reglaje suplimentare. Rezistența de intrare a antenei fiind în jur de 90 ohmi, alimentarea se poate face fie prin intermediul unui cablu coaxial cu impedanța 75 ohmi, fie cu o linie bifilară simetrică cu impedanța 120 ohmi, cu un coeficient de unde reflectate acceptabil. Folosind dispozitive de adaptare și simetrizare adecvate, coeficientul de unde reflectate poate fi îmbunătățit simțitor, pînă în jurul valorii 1.

Prin rotirea antenei în jurul axei sale cu pînă la 180°, se poate obține radiația maximă pe orice direcție dorită. Această rotire devine însă dificilă din punct de vedere al alimentării prin cablu coaxial. Înălțimea minimă față de sol trebuie să fie λ/2, lobul de radiație orizontal fiind de circa 60°, iar unghiul vertical de radiație de circa 30°.

Antena se poate monta și vertical, în care caz poate fi rotită mai ușor, fără dificultăți de montare a cablului coaxial de alimentare.

Cei doi dipoli repliați se confecționează din conductor de antenă, distanța D fiind de circa 20 cm în benzile de unde scurte.

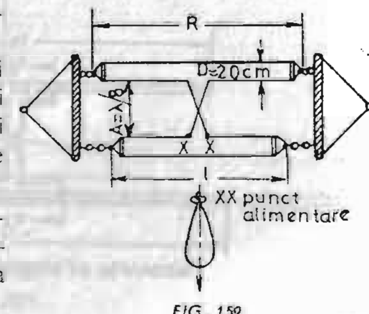


FIG. 159

Cu o micșorare neînsemnată a puterii de radiație, antena poate fi realizată din cablu panglică, ținînd însă cont că toate dimensiunile indicate se înmulțesc cu 0,82 — valoarea medie a coeficientului de scurtare. Deoarece în acest caz și lungimea liniei de cuplare se micșorează cu 20%, distanța între cele două elemente devine $\lambda/10$, iar rezistența de intrare a antenei va fi de circa 60 ohmi, ceea ce permite alimentarea prin intermediul unui cablu coaxial cu impedanța de 60 ohmi, cu un coeficient de unde reflectate foarte bun.

În tabelul 10 sînt indicate dimensiunile pentru cele două elemente ale antenei, în paranteză fiind arătate valorile pentru cazul construirii antenei din cablu panglică pentru UKW.

TABELUL 10

Banda m	Lungimea vibratorului m	Lungimea reflectorului R in m	Distanța A în m
10	5,09 (4,17)	5,39 (4,42)	1,29 (1,06)
15	6,85 (5,62)	7,24 (5,94)	1,72 (1,41)
20	10,30 (8,45)	10,85 (8,90)	2,58 (2,12)
40	20,57 (16,87)	21,70 (17,80)	5,16 (4,23)

Antena cu reflector activ HB9CV

Este de fapt o variantă a antenei descrise anterior, fiind formată din doi radianți, alimentați cu un decalaj de fază de 135° prin intermediul unei linii de conectare încrucișate (fig. 160), construită de obicei din țevi metalice și avînd un cîștig de cîmp de circa 5,5 dB.

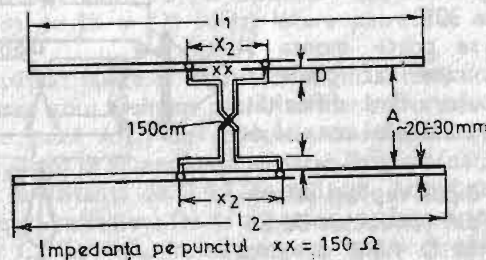


FIG. 160

Dimensiunile elementelor antenei sînt indicate în tabelul 11.

TABELUL 11

Banda în m	20 m (14 150 kHz)	15 m (21 150 kHz)	10 m (28 500 kHz)
Lungimea dipolului L_1	960	642	477
Lungimea dipolului L_2	1 040	695	513
Distanța A in cm	265	177	132
Distanța X_1 in cm	132	88	65
Distanța X_2 in cm	143	96	71
Distanța D in cm	12	9	6

Drept linie de conectare putem folosi o linie bifilară sau cablu panglică avînd impedanța caracteristică 150 ohmi, deoarece rezistența de intrare a antenei în punctele XX este de 150 ohmi. Prin modificarea distanței X_1 se pot obține prin experimentări și alte rezistențe de intrare.

Antena poate fi realizată și în varianta din fig. 161, folosind o linie de conectare compusă din două segmente de cablu coaxial cu impedanța de 75 ohmi.

Cum funcționarea antenei este puternic influențată de executarea liniei de defazare, este necesar ca aceasta să fie executată

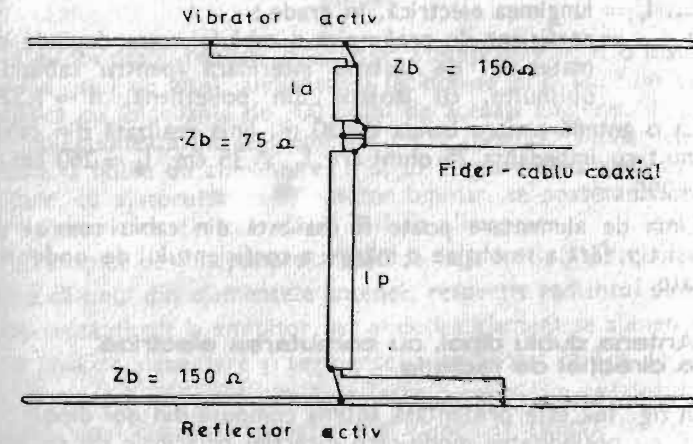


FIG. 161

cu o precizie cît mai mare. Calculul constructiv al liniei de defazare poate fi făcut conform indicațiilor date în continuare.

Lungimea geometrică a liniei se determină (cu oarecare rezervă pentru îmbinarea capetelor cablului) din formula:

$$L_g = 0{,}125\,\lambda + 4$$

iar lungimea electrică a liniei:

$$L_e = \frac{L_g n \cdot 360}{\lambda}.$$

Lungimea electrică a segmentelor l_{a_g} și l_{p_g} va rezulta din formulele:

$$l_{a_e} = \frac{L_e - 45}{2};\quad l_{p_e} = L_e - l_{a_g}.$$

Lungimea geometrică a segmentelor fiind determinată din formula:

$$l_g = \frac{\lambda \cdot l_e}{n \cdot 360}.$$

În toate formulele:

λ = lungimea undei de lucru, în m;
L_g, l_g = lungimea geometrică, în cm;
L_e, l_e = lungimea electrică, în grade;
n = coeficient de prelungire a cablului, care depinde de materialul de izolație interioară (pentru cablurile obișnuite, cu izolație din polietilenă, $n = 1{,}52$).

La o antenă pentru banda de 20 m, linia realizată din cablu obișnuit cu impedanța 75 ohmi are $l_{e_g} = 35$ cm, $l_p = 260$ cm și $L_g = 295$ cm.

Linia de alimentare poate fi realizată din cablu coaxial de același tip, fără a se obține o mărire a coeficientului de unde reflectate.

Antena dublu dipol, cu comutarea electrică a direcției de radiație

În fig. 162 este prezentată antena compusă din doi dipoli repliați, cu posibilitatea modificării direcției principale de radiație cu 180°, prin alimentarea diferențiată a celor doi dipoli.

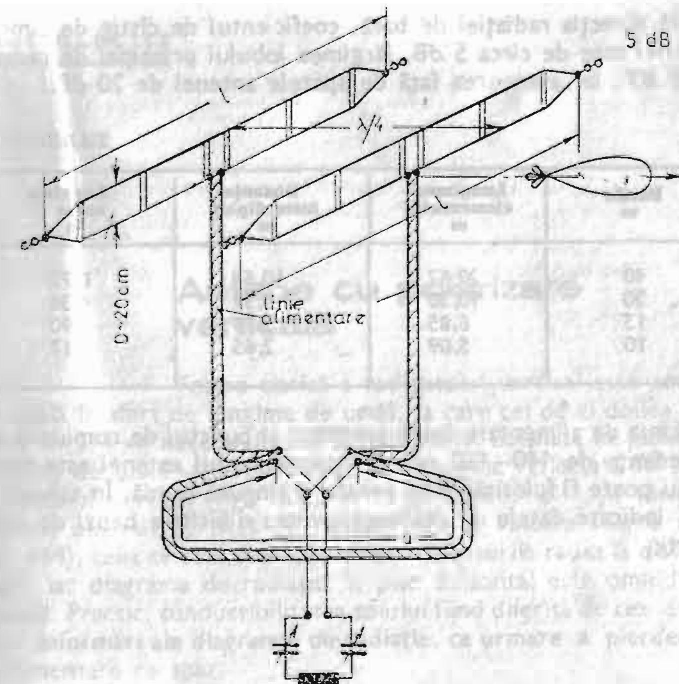


FIG. 162

Cei doi dipoli repliați în λ/2 sînt așezați paralel, la o distanță de λ/4 unul de altul, alimentarea făcîndu-se prin linii din cablu panglică cu impedanța de 300 ohmi de aceeași lungime. În plus, se confecționează un segment din cablu panglică, similar cu cel folosit la liniile de alimentare, a cărui lungime este egală cu λ/4 și care, cu ajutorul unui comutator bipolar, se poate conecta în serie cu oricare din cele două linii de alimentare.

Principiul de funcționare arătat de fapt în fig. 162 constă în aceea că unul din elementele antenei, respectiv radiantul ales, se conectează direct la emițător, iar al doilea element se alimentează prin linia de alimentare și segmentul suplimentar în λ/4. În acest fel se creează un decalaj de faze între curenții din cei doi dipoli de 90°, unul devenind oscilator (cel alimentat direct), iar celălalt reflector, iar direcția de radiație poate fi schimbată cu 180°.

În direcția radiației de bază, coeficientul de cîștig de cîmp al antenei este de circa 5 dB, lărgimea lobului principal de radiație fiind 60°, iar atenuarea față de spatele antenei de 20 dB.

TABELUL 12

Banda m	Lungimea elementului m	Distanța între dipoli m	Lungime bucla U m
40	20,57	10,64	8,72
20	10,30	5,32	4,36
15	6,85	3,54	2,90
10	5,09	2,65	2,17

Linia de alimentare între emițător și punctul de comutare are impedanța de 140—150 ohmi. Inconvenientul antenei este faptul că nu poate fi folosită decît pentru o singură bandă. În tabelul 12 sînt indicate datele de realizare pentru diferitele benzi de unde scurte.

CAPITOLUL IX

Antene cu polarizare verticală

Forma clasică a radiantului vertical este antena verticală în sfert de lungime de undă, la care cel de al doilea segment în λ/4 — necesar formării radiantului obișnuit în jumătate lungime de undă — este format de imaginea reflectată în sol a radiantului vertical (fig. 163). În cazul conductibilității ideale a solului, unghiul vertical de radiație are o valoare foarte mică (fig. 164), ceea ce este avantajos pentru legăturile radio la distanțe mari, iar diagrama de radiație în plan orizontal este omnidirecțională. Practic, conductibilitatea solului fiind diferită de cea ideală, apar deformări ale diagramei de radiație, ca urmare a pierderilor suplimentare ce apar.

Antena „ground plane" clasică

Este o variantă îmbunătățită a radiantului vertical în sfert de lungime de undă, la care rolul solului îl joacă un număr de conductoare în sfert de lungime de undă, așezate orizontal la baza radiantului vertical, legate între ele și izolate de baza radiantului vertical (fig. 165). Deoarece la capetele libere ale conductoarelor

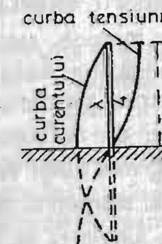


FIG. 163

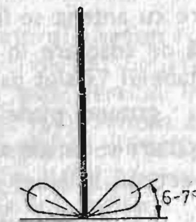


FIG. 164

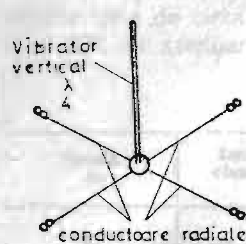


FIG. 165

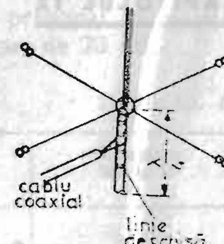


FIG. 166

avem maxime de tensiune, acestea trebuie bine izolate. În cazul cînd antena este suspendată la mică înălțime, se recomandă un număr de cel puțin patru conductoare. O asemenea antenă, corect construită și acordată, are unghiul de radiație în plan vertical deosebit de favorabil legăturilor la mari distanțe, ca urmare a unei importante concentrații a radiației sub unghiuri mici, practic antena prezentînd un cîștig de circa 3 dB față de dipolul clasic. Rezistența de intrare a antenei „ground plane" clasice cu 4 conductoare radiale este de circa 30 ohmi, ceea ce creează dificultăți la adaptarea cu cablurile coaxiale obișnuite, care au impedanța caracteristică de 60 ohmi. Uneori, pentru o mai bună adaptare, conductoarele radiale nu se montează orizontal, ci înclinate la un unghi de 135° sau chiar mai mult față de radiantul vertical, ceea ce are ca efect mărirea rezistenței de intrare a antenei pînă la circa 50 ohmi. Mărind înclinația conductoarelor pînă aproape de verticală, se poate ajunge la o rezistență de intrare apropiată de 70 ohmi. Dar în acest caz antena se transformă într-un dipol vertical în jumătate lungime de undă, iar radiațiile verticale se produc sub unghiuri mai mari, ceea ce defavorizează lucrul DX. De aceea, pentru adaptarea impedanței cablului coaxial de alimentare cu antena se folosesc, de obicei, alte metode, cum ar fi o buclă de adaptare în sfert de lungime de undă (fig. 166).

În tabelul 13 sînt date dimensiunile geometrice ale radiantului antenei „ground plane" pentru diferite benzi de radioamatori. Conductoarele radiale sînt în general cu 2,5% mai lungi ca radiantul vertical. În tabel găsim, în prima coloană, diametrul radiantului vertical în mm, iar în celelalte coloane, lungimea sa în cm pentru benzile de 28, 21, 14 și 7 MHz.

TABELUL 13

Diametru radiant mm	Lungimea radiantului pentru cabluri coaxiale diferite în cm				Lung. conductori radiali cm	Capacitatea maximă a condensatorului pF
	Impedanța 52 ohmi	Impedanța 60 ohmi	Impedanța 70 ohmi	Impedanța 75 ohmi		
Banda 7 MHz (frecvența de acord 7 050 kHz)						
2	1 186	1 240	1 299	1 311	1 040	250
6	1 185	1 239	1 298	1 310	1 040	250
10	1 183	1 236	1 295	1 307	1 040	250
20	1 177	1 230	1 288	1 300	1 040	250
40	1 164	1 217	1 275	1 286	1 040	250
Banda 14 MHz (frecvența de acord 14 100 kHz)						
2	593	620	652	658	520	150
6	591	619	651	656	520	150
10	590	618	650	655	520	150
20	588	615	647	653	520	150
40	576	602	634	640	520	150
Banda 21 MHz (frecvența de acord 21 100 kHz)						
2	396	414	434	490	349	130
6	395	413	432	439	349	130
10	391	409	427	434	349	130
20	387	405	423	430	349	130
40	383	401	419	425	349	130
Banda 28 MHz (frecvența de acord 28 100 kHz)						
2	297	311	326	329	262	100
6	294	308	322	325	262	100
10	292	305	320	323	262	100
20	289	302	316	319	262	100
40	274	297	311	314	262	100

Antena „ground plane" cu trei conductoare radiale înclinate la 135°

Construită și experimentată de radioamatorul elvețian HB9OP, folosește trei conductoare radiale în unghiuri de 120° unul față de celălalt, în plan orizontal, și înclinate în plan vertical într-un unghi de 135° față de radiantul vertical (fig. 167). Antena are un unghi de radiație vertical de 6...7° și o diagramă de radiație, în plan orizontal, avînd aspectul unei trefle (fig. 168). Unghiul vertical de radiație menționat mai sus se obține la o înălțime de suspendare a antenei de 6 m de sol. Rezistența de intrare a antenei este de circa 50 ohmi, ceea ce permite alimentarea în bune con-

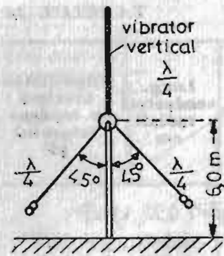


FIG. 167

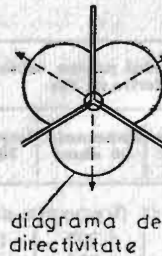


FIG. 168

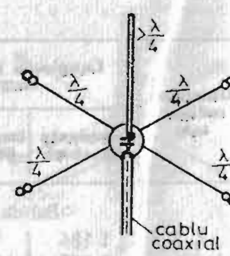


FIG. 169

diții cu ajutorul unui cablu coaxial cu impedanța de 50—52 ohmi. Și la acest tip de antenă numărul conductoarelor radiale și înclinația lor influențează atît rezistența de intrare a antenei, cît și unghiul de radiație al acesteia. Astfel, reducînd numărul de conductoare radiale pînă la unul singur, rezistența de intrare a antenei ajunge pînă la 68 ohmi, iar în cazul a patru conductoare radiale, pînă la 44 ohmi. De remarcat însă că performanțele maxime se obțin folosind varianta cu trei conductoare radiale înclinate la 135°, antena fiind alimentată prin cablu coaxial cu impedanța 52 ohmi.

Antena „ground plane" cu radiantul vertical mai mare ca λ/4

Prin mărirea lungimii radiantului vertical se mărește și rezistența de intrare a antenei, astfel încît, la o anumită lungime, se poate obține o adaptare bună a antenei cu cablul coaxial folosit pentru alimentare (fig. 169). În această situație, radiantul nu mai este acordat pe frecvența de lucru, avînd dimensiunea mai mare decît cea necesară. Dacă însă la baza radiantului se conectează un condensator la capetele corespunzătoare, se poate obține scurtarea electrică a radiantului și acordarea antenei pe frecvența de lucru. Condensatorul C poate fi de tip obișnuit, deoarece este conectat în imediata apropiere a nodului de tensiune și, de obicei, este variabil pentru determinarea experimentală a capacității optime.

În tabelul 14 se găsesc datele de realizare a unei asemenea antene „ground plane" pentru diferite frecvențe și diferite diametre ale radiantului. Condensatorul variabil și capătul cablului coaxial

TABELUL 14

Diametru radiant vertical mm	Lungimea radiantului în cm			
	Banda 28 MHz	Banda 21 MHz	Banda 14 MHz	Banda 7 MHz
2	262	347	520	1 034
6	260	345	518	1 033
10	255	342	515	1 032
20	250	339	510	1 031
40	246	336	505	1 022

de alimentare se introduc într-o cutie izolantă prinsă rigid de capătul inferior al radiantului vertical. Rotorul condensatorului variabil, de obicei conectat la șuruburile de fixare, se conectează la radiantul vertical, iar statorul, la conductorul central al cablului coaxial. Cămașa metalică a cablului coaxial se conectează la conductoarele radiale. Este bine ca această cutie izolantă să fie ermetic închisă pentru a nu permite accesul umezelii și al apei la condensatorul variabil și la contactele cablului coaxial. Uneori, după determinarea capacității optime, condensatorul variabil este înlocuit cu unul fix de capacitatea necesară. Pentru conductoarele radiale se folosesc conductoare de cupru cu diametrul 2 mm. Această antenă poate fi acordată cu ajutorul unui măsurător de cîmp pentru maximum de radiație.

Antena „ground plane" cu radiantul din trei conductoare

Această antenă are avantajul că poate fi alimentată direct prin panglică bifilară cu impedanța 240—300 ohmi. Radiantul vertical este compus din trei conductoare paralele, care se leagă între ele la capătul superior, izolîndu-se de catargul de lemn cu un izolator. La capătul de jos conductoarele marginale se conectează la punctul comun al conductoarelor radiale, împreună cu unul din conductoarele liniei bifilare de alimentare, iar conductorul central se conectează la cel de al doilea conductor al liniei de alimentare (fig. 170). Cele trei conductoare sînt din cupru, cu diametrul 2 mm.

Antena „ground plane" scurtată

Ea are radiantul vertical de dimensiuni geometrice mai mici decît cele impuse pentru lucrul în sfert de lungime de undă, acordul pe frecvența de lucru realizîndu-se cu ajutorul unei in-

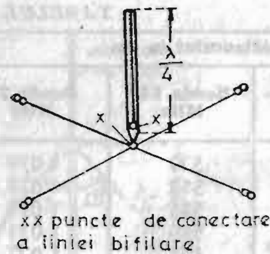


FIG. 170

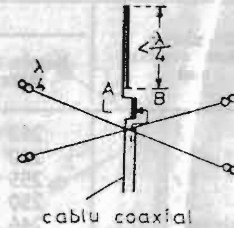


FIG. 171

ductanțe înseriate la baza radiantului, care permite totodată adaptarea optimă cu cablul coaxial de alimentare (fig. 171). Bobina L este prevăzută cu două prize mobile, una A, la care se conectează capătul inferior al radiantului vertical, și cea de a doua B, la care se conectează conductorul central al cablului coaxial. Capătul inferior al bobinei L se conectează la punctul comun al conductoarelor radiale, unde se conectează și cămașa metalică a cablului coaxial. Acordarea antenei se face astfel: se cuplează slab bobina L cu bobina unui grid-dip-metru bine acordat și se schimbă poziția prizei A pînă se obține acordul radiantului înseriat cu bobina L pe frecvența de lucru; se conectează apoi conductorul central al cablului coaxial la priza B și se schimbă poziția acesteia în sus și în jos pînă se obține o adaptare optimă între antenă și cablul coaxial respectiv, un coeficient cît mai mic de unde staționare, indicat de un reflectometru intercalat între emițător și cablul coaxial.

Lungimea radiantului la această antenă reprezintă circa 80% din dimensiunile antenei „ground plane" clasice indicate în tabel. Bobina L se realizează din conductor de cupru cu diametrul 2 mm pe o carcasă izolantă cu diametrul 60 mm și va avea, pentru banda de 7 MHz, 20 spire, pentru 14 MHz — 10 spire, pentru 21 MHz — 6 spire, iar pentru banda de 28 MHz — 4 spire. Spirele sînt distanțate la 2 mm. Dimensiunea radiantului vertical poate fi și mai mult redusă, mărindu-se corespunzător bobina L, dar în acest caz randamentul antenei scade pe măsura micșorării radiantului.

Antena „ground plane" pusă la pămînt

La capătul inferior al unui radiant în sfert de lungime de undă avem un nod de tensiune care permite conectarea acestui capăt direct la pămînt, fără a înrăutăți caracteristicile antenei (fig. 172).

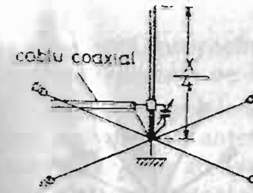


FIG. 172

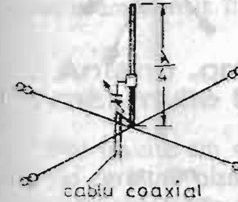


FIG. 173

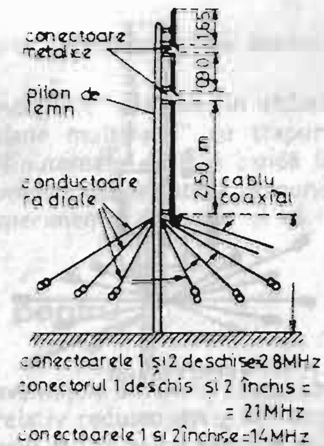


FIG. 174

În acest caz, adaptarea între antenă și cablul coaxial se realizează cu ajutorul unui inel culisant ce se poate mișca în sus și în jos pe porțiunea inferioară a radiantului vertical. Inelul se stabilește în poziția pentru care coeficientul de unde staționare este minim. Compensarea componentei inductive a rezistenței de intrare a antenei se realizează cu ajutorul condensatorului variabil cu aer C, care se conectează între culisor și contactul de masă, comun punctului inferior al radiantului vertical și punctului comun al conductoarelor radiale.

O variantă a acestei antene (fig. 173) a fost realizată de radioamatorul DM2AXO prin introducerea condensatorului variabil între conductorul interior al cablului coaxial și inelul culisant de pe radiant.

Condensatorul, care are capacitatea maximă 500 pF, se introduce într-o cutie izolantă fixată solidar cu inelul culisant și se reglează pînă se obține adaptarea optimă între antenă și cablul coaxial.

Antena „ground plane" pentru trei benzi

Folosește comutarea mecanică a antenei prin intermediul unui cablu metalic ce acționează comutatoarele. Mecanic este însă greu de executat o asemenea construcție, care să funcționeze bine într-o perioadă lungă de timp în orice condiții meteorologice (fig. 174).

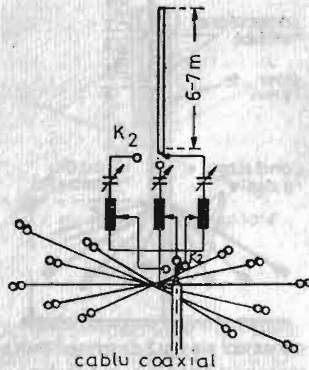


FIG. 175

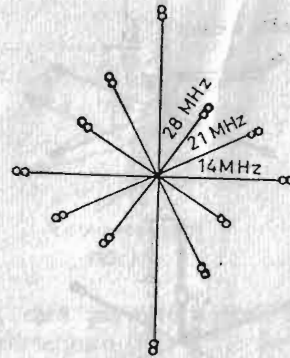


FIG. 176

O altă variantă a antenei „ground plane" pentru trei benzi, mai simplă din punct de vedere constructiv, este prezentată în fig. 175 și folosește un comutator cu trei poziții, instalat la baza radiantului vertical. Radiantul vertical are lungimea între 6 și 7 m. Acordarea lui pe diferite benzi se face cu ajutorul unor circuite acordate, compuse fiecare din cîte un bobinaj înseriat cu un condensator variabil, avînd capacitatea maximă 100 pF, circuite care se pot comuta la alegere la baza radiantului vertical, asigurînd acordul și funcționarea antenei în benzile de 14, 21 și 28 MHz. Pentru început se folosește o bobină din conductor de cupru argintat sau cositorit cu diametrul 2 mm, avînd un număr de 15 spire distanțate la 2 mm una de alta, pe o carcasă izolantă de 40 mm diametru, determinîndu-se apoi experimental mărimea bobinajului pentru fiecare bandă. Pentru fiecare din cele trei benzi de lucru se folosesc cîte patru conductoare acordate în mod corespunzător (fig. 176).

Adaptarea cu cablul coaxial de alimentare se realizează prin mișcarea prizei mobile pe bobină pînă la obținerea celui mai scăzut coeficient de unde staționare.

În construcțiile celor două tipuri de antenă multiband trebuie dată o deosebită atenție comutatoarelor mecanice sau releelor de comutare, precum și bobinelor de acordare.

La toate tipurile de antenă „ground plane" descrise, radiantul vertical este sensibil influențat de obiectele înconjurătoare, care înrăutățesc caracteristicile de lucru, absorbind o parte din energia radiantă, provocînd reflecții parazite și dezacorduri ale antenei față de frecvența de lucru.

Afară de tipurile de antene „ground plane" descrise, în ultimii ani se folosesc antenele „ground plane multiband" cu trapuri acordate, care au avantajul comutării automate de la o bandă la alta fără comutatori sau relee. Un asemenea tip de antenă „ground plane" a fost proiectat și realizat experimental de autor și va fi descris amănunțit în continuare.

Antene „ground plane" pentru mai multe benzi

Mai înainte am scos în evidență avantajele antenelor verticale de tip „ground plane" : dimensiuni relativ reduse, cîștig de timp electromagnetic în special pentru lucrul la DX și un spectru mai redus de radiații parazite TVI și BCI.

Din păcate, tipurile de antene „ground plane" folosite în mod curent sînt, în general, monoband, iar tipurile multiband necesită fie comutatoare mecanice greu de realizat și întreținut, fie circuite speciale comutabile fiecărei benzi, fie soluții de compromis ce nu permit funcționarea cu randament maxim decît pe una din benzi.

În ultimii ani au căpătat o răspîndire din ce în ce mai largă antenele cu trapuri acordate, a căror comutare se face electric de pe o bandă pe alta, exemplul clasic fiind *dipolul cu trapuri* W3DZZ.

Pornind de la ideea păstrării tuturor avantajelor antenei „ground plane" monoband, am trecut la proiectarea, realizarea și experimentarea mai multor variante de antenă „ground plane" multiband, cu trapuri pe care le voi descrie în continuare.

Antena „ground plane" multiband pentru benzile de 14, 21 și 28 MHz

Este compusă dintr-un element radiant și 3 conductoare radiale calculate și realizate astfel încît să permită lucrul pe cele trei benzi. Atît radiantul principal, cît și conductoarele radiale sînt formate din porțiuni de țeavă sau conductor de dimensiuni critice, conectate între ele prin trapuri acordate. În fig. 177 se găsește schema antenei cu dimensiunile principalelor elemente.

Porțiunile radiantului de 2 515 mm și de 480 mm se realizează dintr-o țeavă de cupru sau duraluminiu de 20—30 mm diametru,

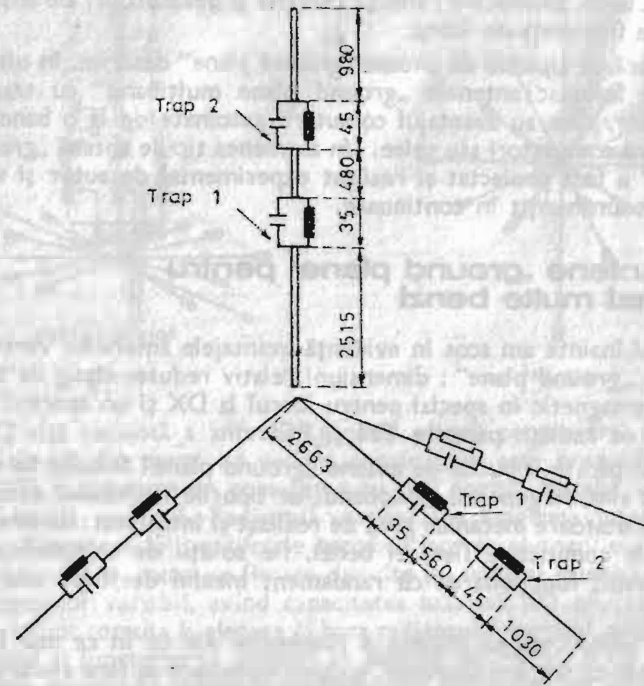


FIG. 177

iar porţiunea de 980 mm, din acelaşi gen de ţeavă, dar cu diametrul 14—20 mm. Conectarea celor trei porţiuni se face prin intermediul unor cilindri izolanţi, realizaţi din material izolant, călit, material ceramic sau, în lipsă, din textolit (soluţia la care a apelat şi autorul), cilindri care se introduc pe o distanţă de circa 40 mm în interiorul celor două ţevi, lăsîndu-se între ele o distanţă ce reprezintă 35 mm pentru primul trap, respectiv între secţiunile de 2 515 mm şi 45 mm pentru cel de-al doilea trap, cuprins între secţiunile de 480 şi 980 mm. Felul de montare este arătat în fig. 178.

De menţionat că cilindrii izolanţi vor fi astfel prelucraţi încît să intre forţat în cele două ţevi, fiind apoi fixaţi solidar cu acestea prin cîte un şurub cu grosimea 2—3 mm.

Primul trap, cuprins între porţiunile de ţeavă de 2 515 mm şi 480 mm, se realizează dintr-un condensator ceramic de 24—25 pF,



FIG. 178

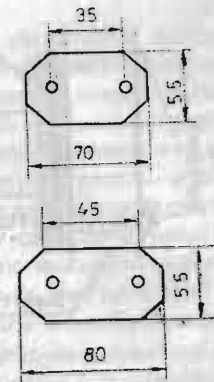


FIG. 179

tensiune de lucru 3 kV, ale cărui contacte se sudează direct de capetele ţevilor, şi dintr-o bobină de 4 spire adiacente avînd diametrul 65 mm, realizată din conductor de cupru izolat în policlorură de vinil, avînd diametrul conductorului 3 mm. Capetele bobinei se lipesc la cele două ţevi în aceleaşi puncte cu ale condensatorului care se va găsi plasat în interiorul bobinei.

Cel de al doilea trap, cuprins între porţiunile de ţeavă de 480 şi 980 mm, se realizează dintr-un condensator ceramic de 24—25 pF, tensiune de lucru 3 kV, şi o bobină din 6 spire adiacente cu diametrul 65 mm. Conductorul este similar cu cel folosit la primul trap.

Cele trei conductoare sînt similare şi se realizează în întregime — atît porţiunile drepte de conductor, cît şi bobinele trapurilor — din conductoare de cupru izolat în policlorură de vinil cu diametrul 3 mm. Prima porţiune are 2 663 mm, a doua 560 mm, iar a treia 1 030 mm, distanţele dintre capetele porţiunilor rezervate trapurilor fiind de 35 mm pentru primul trap, cuprins între porţiunile de 2 663 mm şi 560 mm, şi de 45 mm, pentru cel de al doilea trap.

Pentru realizarea trapurilor conductoarelor radiale, vom confecţiona cîţiva suporţi din material izolant, avînd formele şi dimensiunile din fig. 179 şi grosimea de 8—10 mm. În cele două orificii ale suportului se leagă capetele conductoarelor, precum şi capetele bobinei de la fiecare trap. Bobinele se realizează în exterior şi apoi se introduc pe suport. Condensatoarele se aşază

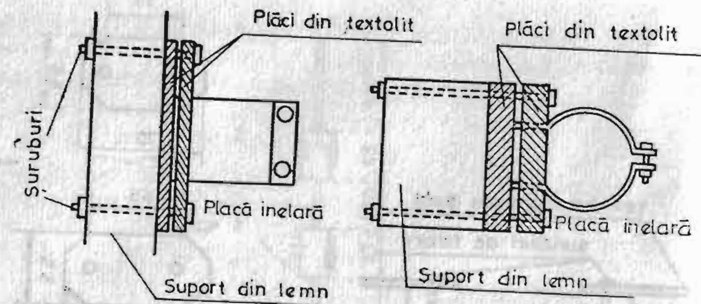


FIG. 180

în interiorul bobinei pe suport și capetele lor se lipesc la capetele bobinei.

Condensatoarele folosite vor fi similare cu cele de la trapurile radiantului vertical, de 24—25 pF și, de asemenea, conductorul folosit pentru bobină.

Bobinele vor avea pentru primul trap, cuprins între porțiunile de conductor de 2 663 mm și 560 mm, un număr de $4^1/_2$ spire adiacente cu diametrul 63 mm, iar pentru cel de al doilea trap, $6^1/_2$ spire adiacente, cu același diametru.

Ansamblul se fixează pe un suport izolant așezat în capul unei țevi de fier sau stîlp de lemn, suport ce poate fi realizat după posibilitățile și inspirația fiecărui radioamator. Autorul a folosit următoarea soluție : o țeavă metalică de 5 m lungime, cu un diametru de 50 mm, în capătul căreia s-a fixat un suport de lemn pe care, cu ajutorul unor coliere, s-a prins radiantul vertical la baza sa și la 60 cm de la bază. Colierele sînt izolate de suportul de lemn prin plăci de textolit, ca în fig. 180.

Se realizează de asemenea un colier de cupru care să îmbrace suportul de lemn la 20 mm sub capătul inferior al radiantului vertical, colier de care se prind la distanțe egale cele trei conductoare radiale, ca și cămașa metalică a cablului coaxial de 52 Ω.

Unghiul format de conductoarele radiale cu radiantul vertical este de 135°, iar cablul coaxial va fi condus cît mai vertical posibil pînă la baza suportului. Cele trei conductoare radiale servesc în același timp ca ancore pentru întregul ansamblu și de aceea și conductoarele folosite în prelungirea lor vor avea diametrul de 3 mm.

Modul de lucru al antenei. Pentru gama de 28 MHz lucrează primul segment de țeavă de la radiantul vertical, avînd lungimea de 2 515 mm, și primele segmente ale conductoarelor radiale, avînd 2 663 mm. Restul elementelor antenei nu lucrează pentru această gamă, primul rînd de trapuri, atît de pe radiantul vertical, cît și de pe conductoarele radiale, prezentînd pentru această bandă o rezistență foarte mare și acționînd ca niște filtre de oprire. Acest lucru se poate verifica foarte sugestiv cu ajutorul unui bec de neon sensibil, care se va aprinde puternic la capătul superior al segmentului de țeavă și va rămîne stins la capătul celălalt al primului trap, sau cu ajutorul unui voltmetru de radiofrecvență.

Pentru banda de 21 MHz bobinele din primele trapuri nu mai au rolul de filtru de oprire, ci acela de prelungire a radiantului și, respectiv, a conductoarelor radiale, astfel încît pe această bandă lucrează la radiantul vertical atît segmentul de țeavă de 2 515 mm, cît și primul trap, ca și segmentul de țeavă de 480 mm, iar cel de-al doilea trap joacă rolul de filtru de oprire (de izolator), fapt ce poate fi de asemenea verificat cu un bec cu neon sau cu un voltmetru de radiofrecvență.

La conductoarele radiale lucrează pe această bandă atît porțiunea de 2 663 mm, cît și primul trap, și porțiunea de 560 mm, cel de al doilea trap jucînd rolul de filtru de oprire.

Pentru 14 MHz lucrează toate elementele componente ale antenei, atît la radiantul vertical, cît și la conductoarele radiale.

Reglajul antenei constă în stabilirea frecvențelor de lucru optime pentru trapuri. Se începe prin reglarea trapurilor de pe radiantul vertical, și anume, a primului trap, a cărui frecvență de lucru optimă se găsește în jurul frecvenței de 27,4 MHz. Reglajul constă în îndepărtarea cu grijă a spirelor de la bobina primului trap, pornind de la marginea bobinei, pînă se ajunge în jurul frecvenței dorite, măsurată cu un grid-dip-metru precis etalonat.

Se procedează la fel și cu primele trapuri de la conductoarele radiale care optim lucrează pe o frecvență în jurul a 27,0 MHz.

După acest prim reglaj „la rece", se trece la reglajul „la cald", cu antena alimentată și cu un măsurător de cîmp montat între emițător și cablul de alimentare de 52 Ω. Acesta constă în reglarea frecvenței trapurilor, pornind de la trapul de pe radiantul vertical și continuînd cu cele de pe conductoarele radiale, pentru a obține cel mai mic coeficient de unde reflectate (SWR).

După reglajul făcut astfel pentru banda de 28 MHz, trecem la reglarea „la rece", cu ajutorul grid-dip-metrului, a celui de al doilea rînd de trapuri, începînd cu trapul de pe radiantul vertical, astfel încît frecvența de rezonanțe a acestuia să fie în jurul a 20,4 MHz, iar a trapurilor de pe conductoarele radiale, în jurul a 20 MHz.

Urmează reglajul „la cald" ca și în primul caz, stabilindu-se pozițiile optime pentru cel mai mic coeficient de unde reflectate (SWR) pentru banda de 21 MHz.

Pentru banda de 14 MHz reglajul constă în adăugarea la capetele conductoarelor radiale a unor porțiuni de conductor dezizolat de circa 200 mm, care se scurtează din 25 în 25 mm, pînă se obține cel mai bun coeficient de unde staționare.

Reglajele amintite trebuie făcute cu grijă și răbdare, și sînt absolut necesare, deoarece elementele antenei sînt direct influențate de obiectele înconjurătoare, mai ales cînd acestea sînt metalice, și chiar de țesătura metalică din betonul clădirilor. De aceea nu se poate stabili un reglaj valabil pentru toate cazurile, poziția pe care o va da antena fiecărui radioamator influențînd direct acest reglaj, care trebuie făcut în ambele etape, atît la „rece", cît și la „cald".

Pentru ușurință, reglarea trapurilor de pe radiantul vertical se face cu antena aplecată, astfel ca să se ajungă la trapuri, și cu conductoarele radiale așezate pe cît posibil la 120° unul față de celălalt și depărtate de acoperișuri cel puțin cu 40—50 cm.

Reglajul final al trapurilor de pe conductoarele radiale se face după montarea definitivă a antenei.

Pentru protejarea trapurilor împotriva intemperiilor se confecționează cutii din material plastic transparent subțire, care să îmbrace trapurile fără a le presa și să se închidă pe porțiunile de țeavă de la un capăt și celălalt al trapului. Trebuie avut grijă să nu folosim pentru cutii de protecție materiale cu o proastă izolație, care ar modifica în mod direct frecvența de lucru a trapurilor, schimbînd caracteristicile antenei.

În lipsa acestor cutiuțe, trapurile pot fi îmbrăcate în polietilenă subțire transparentă, care se leagă de țevile radiantului sau porțiunile drepte ale conductoarelor radiale. Pentru legarea lor se va folosi numai fir de material plastic.

Rezultate obținute în traficul de radioamator. După efectuarea reglajelor atît „la rece", cît și în lucru, s-a obținut un coeficient de unde staționare foarte bun pe cele trei benzi de lucru, și anume : pe banda de 28 MHz, în porțiunea de la 28 pînă la 28,5 MHz,

acest coeficient este cuprins între 1 și 1,3 ; pe banda de 21 MHz, de la 21 pînă la 21,4 MHz, coeficientul este cuprins între 1,05 și 1,3, iar pe banda de 14 MHz este cuprins între 1,2 și 1,5.

Controalele primite la DX din toate direcțiile au fost superioare celor obținute cu vechea antenă, un dublu „long wire", avînd cîte 41,50 m lungime fiecare, așezat în formă de „V" și alimentat fie simetric, fie paralel, după direcția de lucru. Cîștigul de cîmp obținut a fost variabil, de la 3—8 dB, pe diferite direcții. Doar pe direcția bisectoarei unghiului format de cele două „long wire" în „V" controalele au fost egale sau mai slabe, dar ținînd seama de directivitatea vechiului sistem pe această direcție. Comparativ cu un Windom de 20,40 m lungime, controalele au fost superioare pe toate direcțiile.

Ușurința în traficul DX a crescut considerabil. Media controalelor la DX, situată înainte în zona S7, a crescut la S8-S9, iar frecvența răspunsurilor la chemări a crescut mult.

De menționat că și la distanțe reduse, în Europa și în țările vecine, controalele obținute au fost în general egale și uneori superioare celor obținute cu vechile antene.

Din punct de vedere al perturbațiilor TVI și BCI, s-a obținut de asemenea o îmbunătățire substanțială.

În afara antenelor directive rotative cu elemente pasive, cred că acest gen de antenă este cel mai recomandabil, în special în locuri aglomerate, unde spațiul disponibil este redus.

O variantă a antenei descrise este cea din fig. 181, în care numai radiantul vertical conține trapuri, conductoarele radiale fiind realizate din conductoare continue de dimensiuni critice, mai mari pentru fiecare bandă.

Radiantul vertical este similar cu cel de la prima variantă, iar conductoarele radiale sînt în număr de 6, cîte 2 pentru fiecare bandă, așezate ca în figură.

Dimensiunile conductoarelor radiale sînt următoarele : pentru banda de 28 MHz, 2 600 mm, pentru banda de 21 MHz, 3 550 mm, iar pentru banda de 14 MHz, 5 250 mm.

Reglajul antenei constă în reglarea trapurilor radiantului vertical și determinarea lungimilor optime ale conductoarelor radiale (prin lungire și scurtare), pînă se obține cel mai mic coeficient de unde reflectate. Conductoarele radiale se așază tot în unghi, de 135°, față de radiantul vertical.

Rezultatele obținute cu această variantă sînt asemănătoare cu prima variantă.



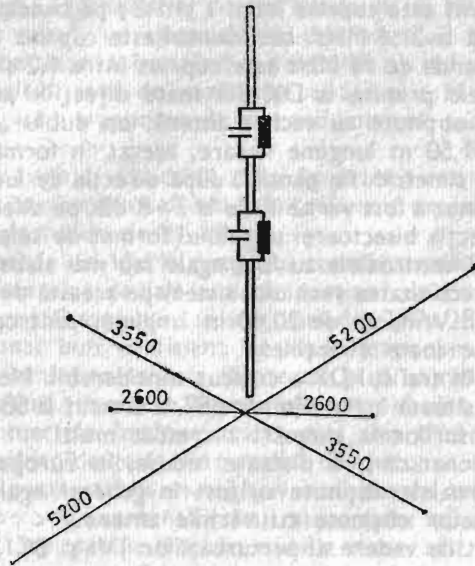


FIG. 181

Antena „ground plane" pentru patru benzi — 7, 14, 21 și 28 MHz

A fost realizată pe aceleași principii ca și varianta pentru trei benzi, fiind compusă tot dintr-un radiant vertical și trei conductoare radiale. Schema antenei este prezentată în fig. 182.

Radiantul vertical este compus din patru porțiuni de țeavă de cupru sau duraluminiu și trei trapuri acordate, intercalate între aceste porțiuni. Primele trei porțiuni de țeavă și trapurile 1 și 2, pornind de la baza radiantului, sînt identice ca dimensiuni cu cele de la varianta pentru trei benzi. Apare în plus trapul 3 și porțiunea de țeavă de 3 290 mm. Diametrul porțiunilor de țeavă este în cazul acestei antene de 30 mm pentru porțiunile de 2 515 mm și cea de 480 mm, de 22—24 mm pentru porțiunea de 980 mm și de 14—18 mm pentru porțiunea de 3 290 mm, iar îmbinările se fac tot prin cilindri de calit, material ceramic sau, în lipsă, textolit. Distanțele între capetele porțiunilor de țevi, rezervate pentru trapuri, sînt de 35 mm, 45 mm și 50 mm pentru trapul 3.

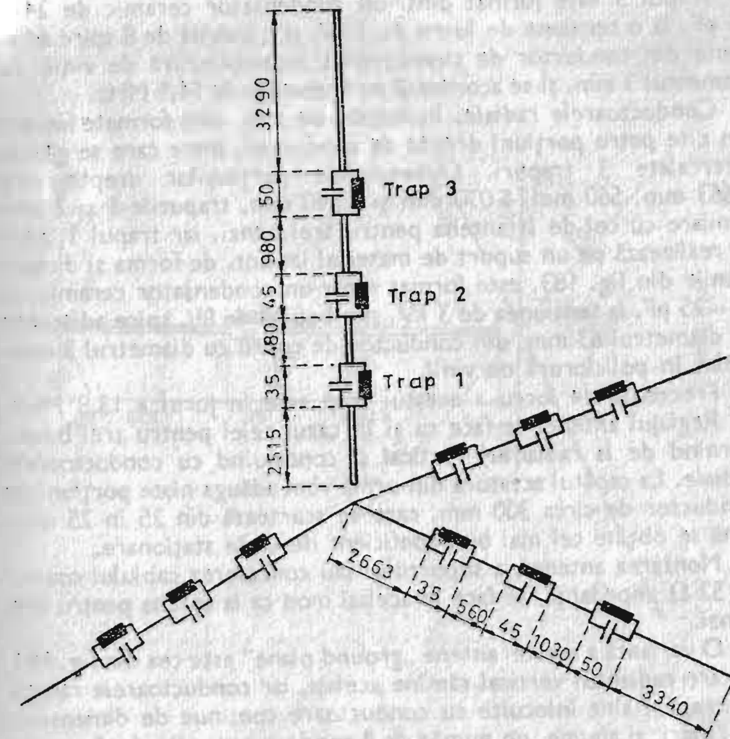


FIG. 182

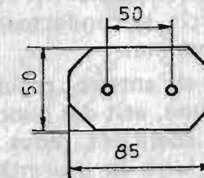


FIG. 183

Trapul 3 este format dintr-un condensator ceramic de 24—25 pF, la o tensiune de lucru de 3 kV, și o bobină de 8 spire adiacente din conductor de cupru izolat în policlorură de vinil, cu diametrul 3 mm, și se acordează pe frecvența de 14,1 MHz.

Conductoarele radiale, în număr de trei, sînt formate fiecare din cîte patru porțiuni drepte de conductor, între care se găsesc intercalate 3 trapuri. Dimensiunile porțiunilor drepte sînt 2 663 mm, 560 mm, 1 030 mm și 3 340 mm, trapurile 1 și 2 sînt similare cu cel de la antena pentru trei benzi, iar trapul 3, care se realizează pe un suport de material izolant, de forma și dimensiunile din fig. 183, este format dintr-un condensator ceramic de 24—25 pF, la tensiunea de 3 kV, și o bobină de $8^1/_2$ spire adiacente cu diametrul 63 mm, din conductor de cupru cu diametrul 3 mm, izolat în policlorură de vinil.

Frecvența de lucru a acestui trap este în jurul a 13,8 MHz.

Reglajul antenei se face ca și în cazul celei pentru trei benzi, pornind de la radiantul vertical și continuînd cu conductoarele radiale. La capătul acestora din urmă vom adăuga niște porțiuni de conductor de circa 300 mm, care se scurtează din 25 în 25 mm, pînă se obține cel mai bun coeficient de unde staționare.

Montarea antenei, a suportului sau conectarea cablului coaxial de 52 Ω impedanță, se face în același mod ca la antena pentru trei benzi.

O variantă a acestei antene „ground plane" este cea din fig. 184, la care radiantul vertical rămîne același, iar conductoarele radiale cu trapuri sînt înlocuite cu conductoare continue de dimensiuni mai mari, și anume, un număr de 8 conductoare, cîte două pentru fiecare bandă, așezate în unghi, tot la 135° față de radiantul vertical.

Dimensiunile conductoarelor radiale sînt următoarele :

Pentru banda de 7 MHz, 10 150 mm, pentru banda de 14 MHz, 5 250 mm, pentru banda de 21 MHz, 3 550 mm, iar pentru banda de 28 MHz, 2 600 mm.

Ca mod de funcționare, pe benzile de 28, 21 și 14 MHz lucrează primele trei segmente și trapurile 1 și 2, iar pe banda de 7 MHz, atît radiantul vertical, cît și conductoarele radiale lucrează cu toate elementele componente.

Rezultatele obținute cu antena „ground plane" pentru patru benzi sînt deosebit de bune, atît din punct de vedere al cîștigului de cîmp, cît și al unui coeficient redus de unde reflectate. Cu această antenă se poate lucra cu ușurință la DX pe toate cele 4 benzi.

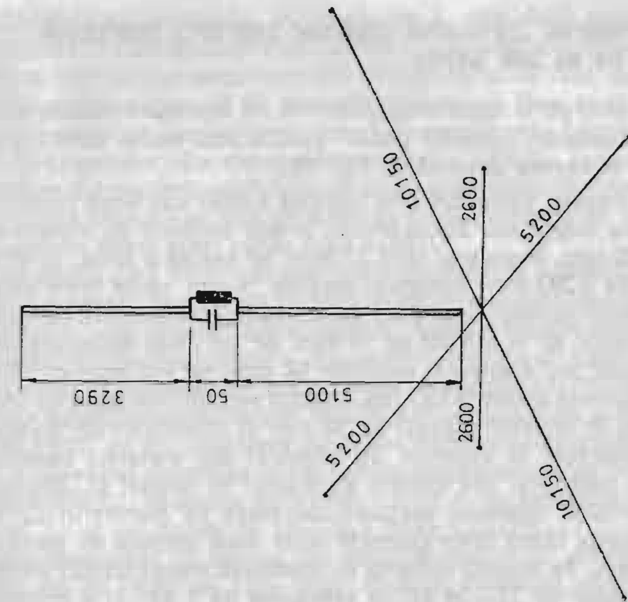


FIG. 185

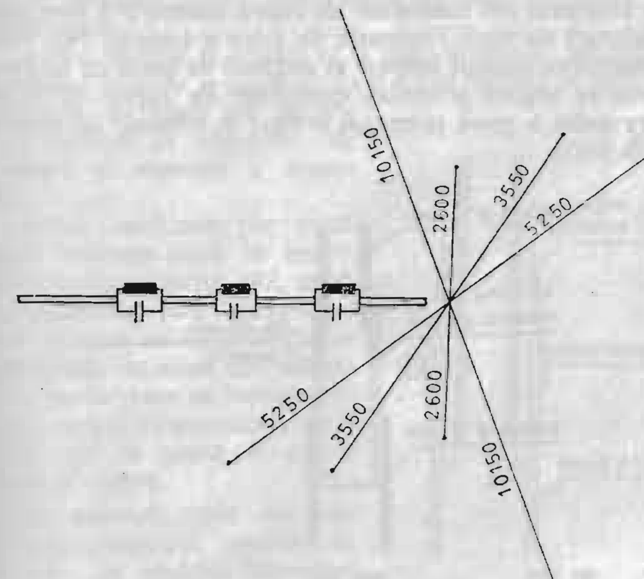


FIG. 184

Antena „ground plane" pentru benzile 7, 14 și 28 MHz

Pornind de la ideea simplificării în cît mai mare măsură a construcției antenei „ground plane" pentru mai multe benzi, putem realiza și antena descrisă în fig. 185.

La aceasta, radiantul este compus numai din două secțiuni de țeavă de cupru sau duraluminiu, prima secțiune cu dimensiunea de 5 100 mm, diametrul țevii 22 mm, iar cea de a doua, cu dimensiunea de 3 290 mm, diametrul țevii de 14 mm, unite între ele prin doi cilindri izolanți, unul plin, din textolit, cu diametrul de 10 mm, la un capăt, iar la celălalt de 14 mm, iar cel de-al doilea din material plastic, cu diametrul exterior 18 mm, iar cel interior 14 mm. Montajul este arătat în fig. 186, capătul secțiunii de țeavă de 14 mm primind în interior capătul de 10 mm al cilindrului de textolit și fiind îmbrăcat în exterior de cilindrul din material plastic. La celălalt capăt, cei doi cilindri intră unul în celălalt și, împreună, în interiorul capătului secțiunii de țeavă cu diametrul 22 mm.

Distanța liberă între capetele celor două secțiuni de țeavă este de 50 mm. Pe această distanță se montează trapul format dintr-un condensator de 22—24 pF, la tensiunea de 3 kV, și o bobină de 8 spire adiacente din conductor de cupru diametru 3 mm izolat cu policlorură de vinil. Frecvența de lucru a trapului 14,1 MHz.

Contactul cu capătul inferior al secținuii de țeavă cu lungimea 3 290 mm se asigură printr-un conductor de cupru de 4 mm diametru sudat la țeavă printr-un orificiu în cilindrul de material plastic.

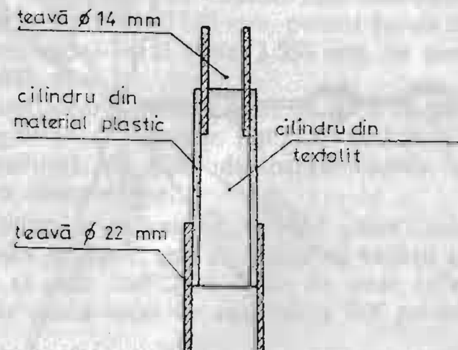


FIG. 186

Conductoarele radiale, în număr de 6, cîte două pentru fiecare bandă, cu dimensiunile 10 150 mm, 5 200 mm și 2 600 mm, se așază la 135° de radiantul vertical. Alimentarea se face cu cablu coaxial, cu impedanța 52 Ω. Montajul antenei se face ca și la cele descrise anterior, iar reglarea constă în modificarea frecvenței de lucru a trapurilor și a dimensiunilor conductoarelor radiale, pînă se obține cel mai mic coeficient de unde staționare. De menționat că reglarea trapului se face definitiv în lucru pe banda de 14 MHz, pe celelalte benzi acest reglaj fiind valabil.

Pe banda de 7 MHz lucrează toate elementele radiantului vertical, iar pentru benzile de 14 MHz și 28 MHz, numai secțiunea de 5 100 mm, iar conductoarele radiale, pentru fiecare bandă, cu dimensiunea corespunzătoare. La prima vedere s-ar părea că antena va lucra cu rezultate bune numai în benzile de 7 și 14 MHz, dar cu experimentarea făcută rezultă că lucrează bine și în banda de 28 MHz, cu un coeficient de unde staționare acceptabil.

La un reglaj corect se obțin următorii coeficienți de unde staționare (SWR). Pe banda de 7 MHz 1,2—1,4, pe banda de 14 MHz 1,3—1,7, iar pe banda de 28—28,5 MHz 1,5—1,8.

De menționat că antena nu lucrează nici chiar mediocru pe banda de 21 MHz, pe care chiar dacă se montează conductoare radiale corespunzătoare, coeficientul de unde staționare rămîne foarte mare.

În final trebuie să arătăm că la toate antenele „ground plane" multiband descrise se poate aplica și o altă metodă de izolare între secțiunile de țeavă ale radiantului vertical și, respectiv, de realizare și montare a trapurilor.

Astfel, secțiunile de țeavă pot fi îmbinate unele în interiorul altora, ca în fig. 187, izolarea făcîndu-se prin intermediul unor cilindri de material plastic (polistirol). În acest caz, diametrele țevilor care se îmbină trebuie astfel diferențiate, încît între ele să poată fi așezat cilindrul izolant.

De exemplu, una din țevi va avea diametrul interior de 20 mm, iar cealaltă, diametrul

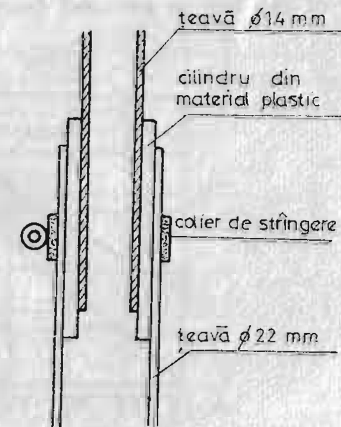


FIG. 187



exterior de 14 mm, cilindrul de material izolant avînd diametrul interior de 14 mm, iar cel exterior de 20 mm. Pentru strîngerea întregului ansamblu folosim coliere metalice cu șurub.

Acest sistem are avantajul că se pot forma condensatoarele trapurilor din capacitatea dintre cele două țevi, prin introducerea unei secțiuni de țeavă de 14 mm diametru pe distanța de 50 mm în interiorul celeilalte, folosind ca izolant un tub de material plastic cu grosimea peretelui de 3 mm, obținîndu-se o capacitate de circa 25 pF.

În acest caz bobina trapului se conectează la cele două țevi fie prin lipire, fie cu ajutorul unor coliere așezate la distanța necesară, iar dimensiunile secțiunilor de țeavă se măsoară de la punctele de conectare ale bobinei. De fapt, în cazul folosirii acestui sistem, se determină întîi cu niște secțiuni scurte de țeavă lungimea pe care cele două secțiuni trebuie introduse una în cealaltă, pentru ca folosind cilindrul de material izolant ales să obținem capacitatea dorită 24—25 pF, măsurată cu un capacimetru de precizie.

Apoi se trece la tăierea secțiunilor de țeavă, fără a neglija ca, pe lîngă dimensiunile critice, să lăsăm și capetele necesare atît îmbinării, cît și acoperirii distanței ocupate de bobina trapului.

CAPITOLUL X

Antene direcționale cu elemente pasive

Prima antenă de acest gen pe care o vom analiza va fi cea cu două elemente, care poate fi construită în două variante, fie folosind elementul pasiv ca reflector, fie ca director. În fig. 188 este dată dependența amplificării obținute față de distanța dintre elementele antenei.

Rezultă de asemenea că în cazul combinației vibrator-director, coeficientul de amplificare este ceva mai mare ca în cazul combinației vibrator-reflector, iar cea mai mare amplificare se obține cînd distanța dintre elemente este egală cu 0,11 λ, în timp ce prin folosirea unui vibrator cu reflector, amplificarea maximă se obține cînd distanța dintre elemente este egală cu 0,15 λ. În afară de aceasta, lungimea reflectorului este cu ceva mai mare. Prin urmare, un vibrator cu director asigură o amplificare mai mare la dimensiuni mai mici, ceea ce determină folosirea sa mai des în practică.

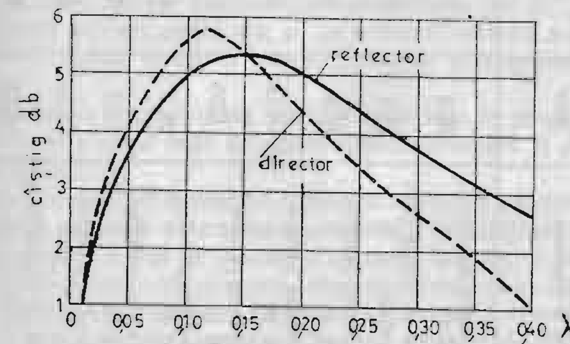


FIG. 188

TABELUL 15

Antena cu 2 și 3 elemente	Frecv. MHz	Cîștig cimp dB	Impedanța Ω	Raport față-spate dB	Lungime vibrator cm	Lungime director cm	Lungime reflector cm	Distanța A cm	Diametru țeavă mm	SWR
Antena pentru 10 m	28,5	4,5—5	20	10—15	503	466	—	128	35—40	1,3
10 m bandă telegrafică	28,1	5—5,5	18	10—15	516	486	—	131	25	—
Antena pentru 15 m	21,2	5—5,5	18	10—15	683	634	—	170	25	1,3—1,7
Antena pentru 20 m	14,15	5—5,5	18	10—15	1 024	966	—	259	35—40	1,3—1,75
Antena pentru 40 m	7,05	5—5,5	18	10—15	2 053	1 937	—	518	50	1,5
Antena pentru 10 m	28,2	7,5—8	22	20	513	471	546	200	35—40	1,3
Antena pentru 15 m	21,2	8—8,5	20	25	683	640	722	198	25	1,4
Antena pentru 20 m	14,15	8—8,5	20	25	1 019	958	1 079	302	35—40	1,4—1,8
20 m banda telegrafică	14,05	8—8,5	20	25	1 026	969	1 087	304	35—40	1,2—2,5
20 m banda telefonică	14,25	8—8,5	20	25	1 012	952	1 072	304	35—40	1,3—2,0

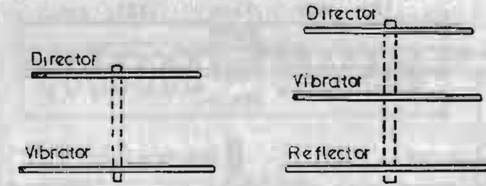


FIG. 189

Dacă la antena cu două elemente vibrator-director se adaugă un al treilea element (pasiv) cu rolul de reflector, amplificarea antenei crește. Antenele direcționale cu trei elemente sînt folosite des în benzile de 20, 15 și 10 m, și mai rar în cea de 40 m.

Dimensiunile geometrice pentru antena cu 2 sau 3 elemente sînt indicate în *tabelul 15* împreună cu parametrii electrici, iar în fig. 189 sînt prezentate schematic antene cu 2 și 3 elemente.

Dimensiunile indicate sînt valabile numai în cazul în care antenele se instalează la o înălțime de cel puțin $\lambda/2$ de sol. În acest caz, de la frecvența de rezonanță vom avea o deviație mai mică de 50 kHz. Dacă înălțimea este mai mică de $\lambda/2$, atunci și frecvența de rezonanță se micșorează sub influența pămîntului. De exemplu, dacă frecvența de rezonanță este egală cu 21,2 MHz, în realitate va avea 20,8 MHz. În afară de aceasta, instalarea antenei la distanță mică de suprafața pămîntului duce la mărirea unghiului vertical de radiație, ceea ce are ca efect scăderea semnalului la distanțe mari.

Obiectele aflate în apropierea antenei provoacă reflexii neprevăzute și absorbția energiei electromagnetice radiată de antenă. Antenele direcționale au avantajul că radiația lor de bază este concentrată într-un unghi mic și, ca urmare, reflexia și absorbția se observă numai în limita lobului principal al diagramei de orientare.

Înrăutățirea diagramei de radiație a antenei în anumite direcții se produce după felul obiectelor înconjurătoare și distanța la care se găsesc.

De menționat că diametrul tuburilor metalice din care se confecționează antenele direcționale orizontale influențează frecvența de rezonanță și banda de trecere a antenei. Diametrul redus duce la îngustarea benzii de trecere, diametrul mai mare, la lărgirea benzii de lucru și scurtarea elementelor antenei. Abaterile de la dimensiunile calculate sînt sensibile cînd diametrele sînt cu peste 50% mai mari sau mai mici decît cele luate inițial în calcul.

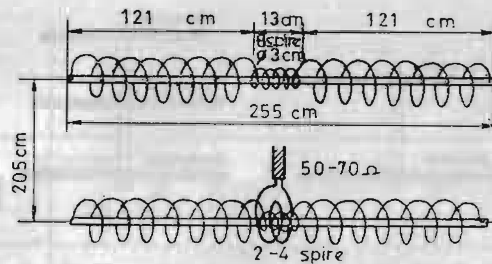


FIG. 190

Antena direcţională cu dimensiuni reduse W8YIN

A fost realizată de radioamatorul W8YIN pentru banda de 20 m şi este formată din două elemente de forma unor spirale, ceea ce reduce mult dimensiunile antenei faţă de cele ale uneia obişnuite cu 2 elemente.

Fiecare element are o lungime de 2,25 m, în loc de 10 m, cît are o antenă obişnuită. În fig. 190 sînt date dimensiunile antenei.

Spirele se înfăşoară pe o bară subţire, prin intermediul unor izolatoare. Distanţa între elemente este 0,1 λ, respectiv 2,05 λ. Elementul pasiv trebuie construit ca director, pentru a obţine o cît mai mare amplificare (cîştig de cîmp electromagnetic). Dimensiunile fiind egale pentru ambele elemente, acordul elementului pasiv, ca director, se obţine prin modificarea dimensiunilor spiralei.

Cuplarea elementului activ cu cablul coaxial de alimentare se face inductiv, după cum este indicat şi în figură.

Frecvenţele optime de rezonanţă recomandate de autor sînt 14,1 MHz pentru vibrator (elementul activ) şi 15,4 MHz pentru elementul director.

Antena direcţională cu dimensiuni reduse VK2AOU

Formată din 3 elemente, aceasta lucrează în banda de 20 m. Faţă de 65 m² ocupaţi de o antenă obişnuită cu 3 elemente, această antenă ocupă numai 32 m². Antena reprezintă o soluţie de compromis, micşorarea dimensiunilor ducînd la o anumită reducere a

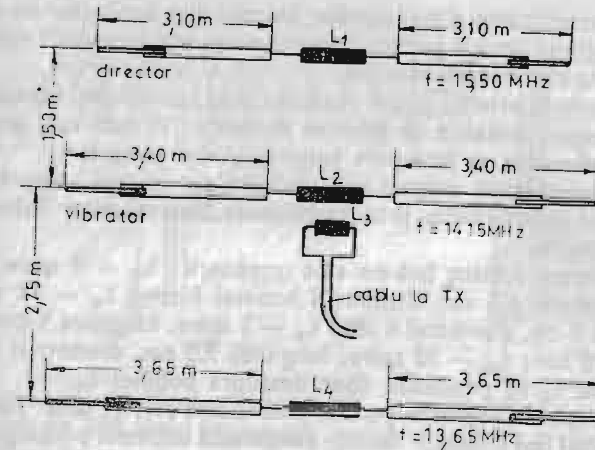


FIG. 191

cîştigului de cîmp şi a benzii de trecere, atenuarea inversă rămînînd aceeaşi.

Practic rezultatele sînt comparabile cu cele ale unei antene obişnuite cu 2 elemente. În fig. 191 sînt prezentate schematic antena şi dimensiunile ei.

Reglarea şi acordul se fac iniţial prin montarea antenei la 1,8 m de sol şi determinarea frecvenţelor de rezonanţă cu ajutorul unui grid-dip-metru. Trebuie ţinut seama de influenţa apropierii solului. Cînd acesta are o conductibilitate bună, deviaţia în minus a frecvenţei de lucru a elementelor antenei este de circa 300 kHz, iar cînd conductibilitatea este mai mică, deviaţia este şi ea mai redusă.

Frecvenţele de rezonanţă măsurate trebuie să fie 15,20 MHz pentru elementul director, 13,90 MHz pentru vibrator şi 13,40 MHz pentru reflector.

În timpul reglajului, bobinele celorlalte două elemente se scurtcircuitează, pentru a exclude influenţa lor asupra elementului ce se acordează.

Urmează reglajul fin. Antena se alimentează cu curent de radiofrecvenţă de la un emiţător pe frecvenţa de rezonanţă de 13,9 MHz a vibratorului, instalînd la distanţă cît mai mare de antenă un măsurător de cîmp.

Prin modificarea dimensiunilor antenei și a bobinelor de alungire, se obține poziția pentru care avem cea mai puternică radiație și o atenuare inversă maximă.

Elementele antenei pot fi realizate prin asamblarea telescopică a unor tuburi metalice de diferite diametre, în care caz, acordul acestor elemente se face prin lungirea și scurtarea lor.

Cînd elementele antenei sînt realizate din țevi de lungimi fixe, acordul se poate realiza prin modificarea dimensiunilor bobinelor de prelungire.

Parametrii acestor bobine sînt următorii : L_1 — 9 spire, lungimea bobinei 6,5 cm, diametrul bobinei 6 cm ; L_2 — 11 spire, lungimea 8 cm, diametrul 6 cm ; L_3 — 3 spire, lungimea 5 cm, diametrul 10 cm ; L_4 — 10 spire, lungimea 7,5 cm, diametrul 6 cm.

Bobina L_3 se montează liber deasupra bobinei L_2.

Dimensiunile indicate pentru antenă sînt cele de bază. Elementele antenei pot fi mărite dacă se micșorează bobinele prelungitoare și, în acest caz, se mărește puțin amplificarea (cîștigul de cîmp). Invers, prin micșorarea elementelor antenei și mărirea dimensiunii bobinelor prelungitoare, se obțin dimensiuni mai mici ale antenei, dar și o reducere a amplificării antenei. Nu este însă recomandabilă reducerea dimensiunii elementelor sub 2,50 m, deoarece amplificarea antenei va scădea brusc.

Diametrul tuburilor metalice folosite este de obicei cuprins între 20—40 mm, funcție de rezistența mecanică dorită. Bobinele prelungitoare trebuie să fie de foarte bună calitate și se execută sub forma unor spirale libere din conductor de aluminiu cu diametrul minim 3 mm.

Din punct de vedere electric, ar fi fost mai bun un conductor de cupru argintat, dar în acest caz, la legătura electrică dintre bobine și tuburile metalice de aluminiu, pe timpul umed se produce o diferență de potențial care duce la înrăutățirea contactului.

Bobina de cuplaj L_3 poate fi realizată din conductor de cupru, deoarece și conductorul central al cablului coaxial de alimentare, ca și cămașa metalică sînt din același material.

Alimentarea antenei prin cuplaj inductiv cu linia de alimentare permite adaptarea antenei cu orice linie la dimensiuni corespunzătoare ale bobinei de cuplaj. Deoarece bobina de cuplaj produce o oarecare reactanță în bobina prelungitoare L_2, provoacă o ușoară deviație de frecvență și de aceea este bine ca acordarea vibratorului să se facă după conectarea lui cu linia de alimentare.

Dimensiunile indicate de autor sînt potrivite pentru un cablu coaxial cu impedanța de 70 ohmi și rămîn aceleași și pentru un

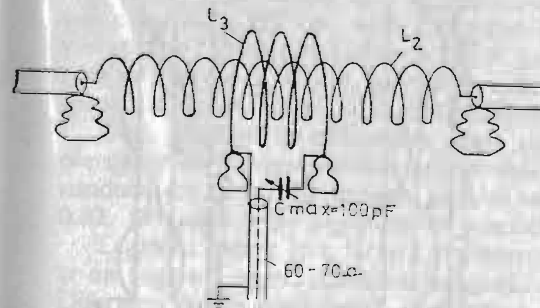
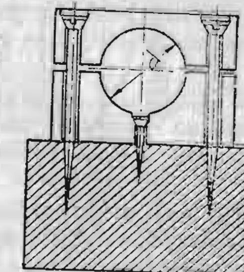


FIG. 192


FIG. 193

cablu coaxial de 60 ohmi impedanță. În cazul folosirii unui cablu panglică de 240 ohmi impedanță, numărul spirelor trebuie mărit. Prin modificarea dimensiunilor bobinei de cuplaj se poate obține o reducere a coeficientului undei reflectate pînă la 1,2.

Componenta reactivă a rezistenței, condiționată de cuplajul inductiv, se poate compensa cu ajutorul unui condensator variabil conectat ca în fig. 192 și, în acest caz, coeficientul undei reflectate poate fi adus pînă aproape de valoarea ideală 1.

Elementele antenei se fixează pe traversa purtătoare cu ajutorul unor izolatoare, în fig. 193 fiind prezentată construcția de fixare a elementelor antenei cu ajutorul a două bare din material izolant. În total sînt necesare 12 izolatoare.

Antena directivă pentru trei benzi, G4ZU

La acest tip de antenă alimentarea elementului vibrator se face printr-o linie de alimentare acordată. Funcționarea acestei antene poate fi explicată observînd distribuția curentului pe lungimea de 20 m a unui segment de linie bifilară (fig. 194).

La o lungime de undă de 20 m, se formează pe linie două semiunde ; la o lungime de undă de 15 m — trei semiunde, iar la 10 m — patru semiunde.

Micile nepotriviri în obținerea rezonanței în linie la diferite lungimi de undă se elimină folosind un circuit de acordare. Dacă la capătul superior al liniei se vor îndoi în unghi drept două segmente de linie de lungimi egale, distribuția curentului nu se modifică, dar segmentele formează un rezonator simetric ce radiază unde electromagnetice (fig. 195).

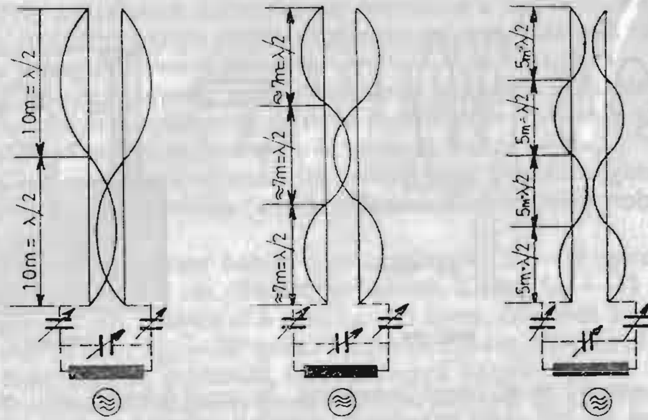


FIG. 194

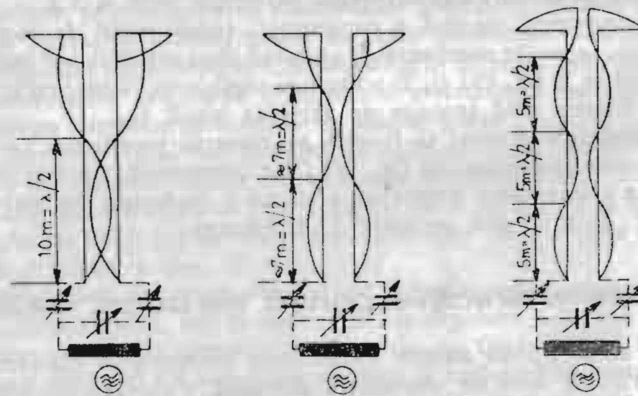


FIG. 195

În ambele figuri, distribuţia curentului nu este redată exact ca în realitate, cînd la capătul de jos al liniei nu avem niciodată un nod de curent, dar acordarea se poate obţine cu ajutorul unui dispozitiv de acordare, şi de aceea pentru simplificarea desenului s-a admis această prezentare.

Din fig. 195 rezultă că se obţine rezonanţa în toate cazurile, dar partea desfăşurată a liniei (cele două segmente de linie) nu este acordată pe frecvenţa de lucru şi deci această parte lucrează în ansamblul format cu linia de alimentare.

Practic, tuburile din care se confecţionează elementul radiant vor avea 365—385 cm, deci dimensiunile corespunzătoare unui vibrator ce lucrează în banda de 15 m. Lungimea liniei de alimentare este de circa 16,5 m, acordarea exactă realizîndu-se cu ajutorul dispozitivului de la capătul inferior.

Deoarece linia de alimentare poate avea orice impedanţă, dar pierderile să fie mici, se foloseşte o linie de alimentare cu două conductoare cu izolaţie aeriană, al cărei coeficient de scurtare este 0,82, lungimea liniei devenind în practică 13,5 m.

Legătura dintre linia bifilară şi elementul radiant se face printr-un segment scurt, din cablu panglică, de 300 ohmi impedanţă. Diferenţa dintre coeficientul de scurtare a acestui cablu panglică, respectiv 0,98, şi cel al liniei duble de conductoare izolate aerian — 0,82 — cere o modificare corespunzătoare a lungimii liniei de alimentare, care se compensează însă cu dispozitivul de acordare.

Dependenţa ansamblului de lungimea liniei de alimentare se poate elimina, folosind la capătul inferior al liniei pentru cuplare un circuit simetric în π montat la ieşirea radioemiţătorului. În acest caz avem şi avantajul suprimării armonicilor cu frecvenţe superioare celei de lucru. În fig. 196 este prezentat vibratorul antenei cu linia de alimentare.

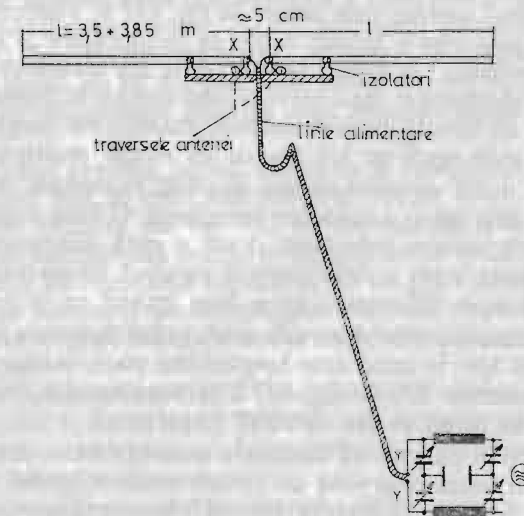


FIG. 196



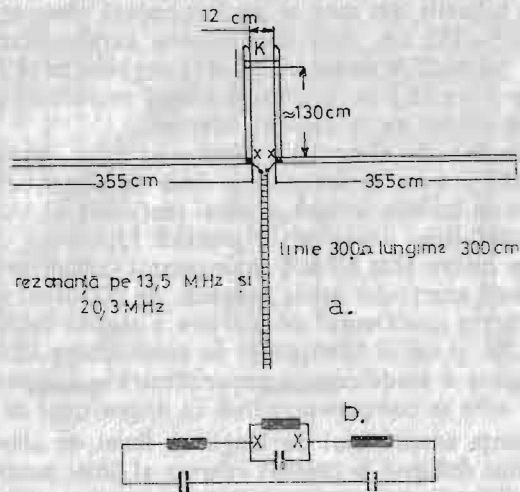


FIG. 197

Folosind pentru acordare circuitul simetric în π, linia de alimentare poate varia în limite largi, funcție de condițiile locale.

Reflectorul antenei este arătat în fig. 197 a. Funcționarea lui se explică prin teoria liniilor duble de conductoare și a conductoarelor rectilinii. Un conductor rectiliniu are distribuite pe lungimea lui inductanță și capacitate, și fiind deschis la capete poate fi considerat un circuit oscilant deschis, atunci cînd lungimea conductorului este egală cu $\lambda/2$ sau cu un număr multiplu de $\lambda/2$.

O linie dublă de conductoare deschisă reprezintă în serie o capacitate, deși are și o oarecare inductanță. O linie dublă închisă reprezintă în serie o inductanță și are o mică componentă capacitivă. În acest mod, o linie deschisă cu două conductoare poate fi înlocuită cu o capacitate, iar o linie închisă cu o inductanță.

Aceste considerente sînt reale atunci cînd lungimea liniei este mai mică de $\lambda/4$. În cazul unei lungimi mai mari, relația se inversează. În punctele XX din fig. 197 b se conectează o linie bifilară închisă (inductanță) și una deschisă (capacitate).

Deoarece în punctul de conectare ambele linii se leagă în paralel, ele formează împreună un circuit oscilant paralel. Cuplajul circuitelor oscilante arătat în fig. 197 b poartă denumirea de „circuit pentru benzi multiple", avînd rezonanță pe două frecvențe

diferite. Această caracteristică se transmite reflectorului și poate fi determinată cu ajutorul unui grid-dip-metru. La anumite valori ale inductanței liniei închise și ale capacității liniei deschise, și la o anumită lungime a conductoarelor, se poate obține rezonanța pe două frecvențe stabilite dinainte.

În cazul nostru, reflectorul se acordează pe frecvențele de 14 și 21 MHz. În acest scop, frecvența de rezonanță a reflectorului

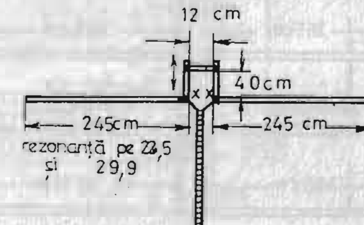


FIG. 198

trebuie să fie cu 5% mai mică decît frecvența de rezonanță a elementului vibrator și, în acest caz, prima rezonanță a reflectorului trebuie să fie în jur de 13,5 MHz, iar cea de a doua, la frecvența de 20,3 MHz.

Dimensiunile date permit să se obțină aceste frecvențe de rezonanță, dar este necesară și o acordare a reflectorului prin modificarea dimensiunilor liniilor, cu ajutorul unui aparat de măsurat cu care să determinăm rezonanța. Reflectorul descris nu funcționează în banda de 10 m, în această bandă lucrînd ca un element pasiv ce nu influențează decît în mică măsură diagrama de radiație.

Directorul prezintă același aspect ca și reflectorul, dimensiunile lui fiind însă cu mult mai mici (fig. 198).

Schema electrică din fig. 197 b este valabilă și în acest caz. Directorul funcționează numai în benzile de 21 și 28 MHz. Frecvențele sale de rezonanță trebuie să fie cu 4% mai mari ca frecvențele de rezonanță ale elementului vibrator, respectiv egale cu 22,15 MHz și 29,90 MHz. În banda de 14 MHz acest element nu funcționează.

În concluzie, antena G4ZU funcționează ca antenă cu trei elemente numai în banda de 21 MHz, iar în benzile de 14 și 28 MHz, ca antenă cu două elemente. În fig. 199 este arătată antena G4ZU cu toate cele trei elemente.

Tuburile de susținere transversale se montează la o distanță de 12 cm unul de altul și servesc totodată ca segmente închise ale

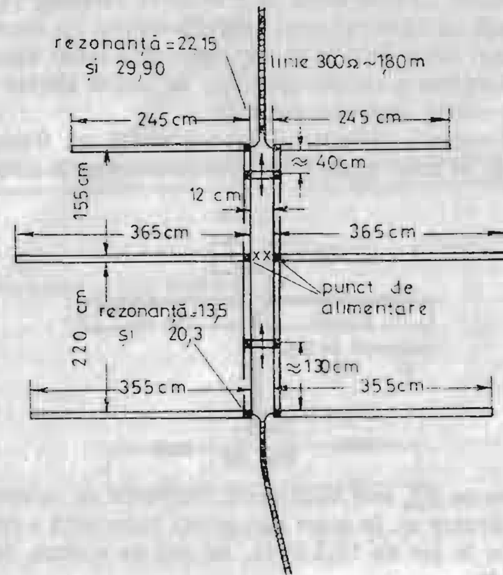


FIG. 199

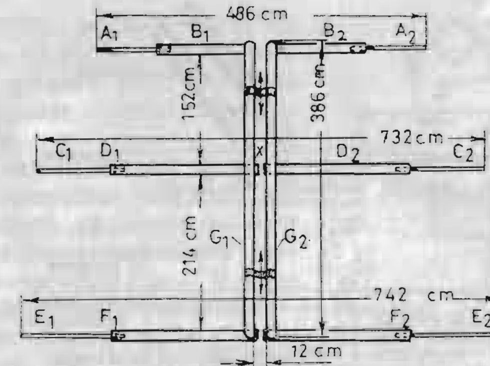


FIG. 200

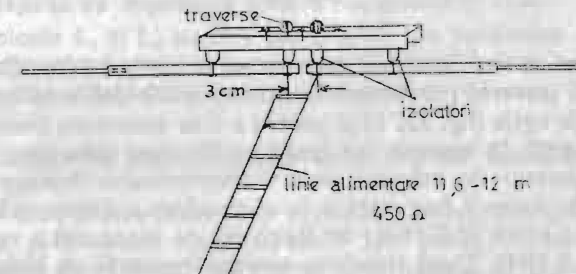


FIG. 201

liniilor duble de conductoare pentru reflector și director. Elementul vibrator se izolează de tuburile de susținere, după cum se vede în fig. 196, iar reflectorul și directorul se leagă direct cu aceste tuburi.

Se poate folosi pentru antenă și o construcție din lemn, și, în acest caz, liniile duble de conductoare se fac din tuburi care se fixează pe suportul din lemn. Liniile deschise sînt lăsate să atîrne liber sau se introduc în tuburi în care sînt ferite de acțiunea factorilor meteorologici.

Realizarea practică a antenei G4ZU. În fig. 200 sînt prezentate elementele și dimensiunile pentru realizarea practică a antenei. Pentru o rezistență mecanică mai mare a întregului sistem, fiecare jumătate de element se compune din două tuburi, din care unul cu diametrul mai mic decît celălalt, putînd fi cuplate telescopic.

Cele trei elemente sînt întrerupte la mijloc, reflectorul și directorul fiind legate la tuburile transversale de susținere, iar elementul vibrator separat de acestea, așa cum se arată în fig. 201.

Pentru fixare se folosește o bucată de aluminiu în U de 3 mm grosime (30 × 50 × 30 mm), avînd lungimea de circa 70 cm, pe care — cu ajutorul unor izolatoare — se fixează elementele antenei (fig. 201 și fig. 202 a, b).

Bara transversală de susținere este realizată din două tuburi de aluminiu, avînd fiecare o lungime de 368 cm. Centrul de greutate al întregii construcții se găsește la aproximativ 170 cm de capătul director al antenei și, în acest punct, antena se fixează pe catarg. Datorită a două punți de închidere mobile, în barele transversale de susținere se formează porțiunile închise ale liniilor duble de conductoare. Porțiunile deschise ale liniilor duble se instalează în interiorul tuburilor (fig. 202 b). Alte detalii de construcție se găsesc în fig. 201 și 202.

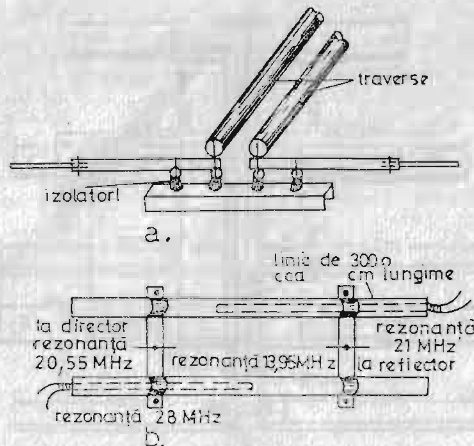


FIG. 202

Antena se acordează folosindu-se un grid-dip-metru. După ce se fixează traversa purtătoare a antenei, liniile duble se introduc în tuburile egale (fig. 202 b) și pentru a li se determina frecvențele de rezonanță, la capetele lor, care ies în afara tuburilor, se cuplează aparatul de măsurat pentru determinarea frecvenței de rezonanță. Această frecvență a liniei deschise a directorului trebuie să fie exact 28,0 MHz, iar frecvența de rezonanță a reflectorului, 21,0 MHz. După stabilirea acestor frecvențe de rezonanță, capetele tuburilor se astupă cu dopuri din lemn, peste care se aplică o soluție impermeabilă. Apoi, pe traversa purtătoare se fixează elementele antenei. Pentru ca metalul să nu se corodeze, toate șuruburile și piulițele trebuie să fie acoperite cu cadmiu sau zincate. Pentru ca în punctele de fixare să nu se producă tensiuni mecanice mari, se recomandă să se folosească mici garnituri (șaibe) de piele.

Capetele cablurilor panglică rămase în afara tuburilor purtătoare se cuplează electric cu reflectorul și, respectiv, cu elementul director, după care întregul sistem de antenă se acordează la o înălțime de circa 2 m deasupra pămîntului.

Aparatul folosit pentru determinarea frecvenței se leagă cu porțiunile scurtcircuitate ale liniilor, formate de tuburile purtătoare și punțile (bridele) de închidere mobile. Linia cuplată cu elementul director trebuie să aibă frecvența de rezonanță egală

cu 20,55 MHz, iar linia legată cu reflectorul, 13,95 MHz. Cu aceasta, acordarea grosieră este terminată și antena poate fi instalată pentru funcționare.

Nu se fac operațiuni de acordare cu elementul vibrator alimentat, pentru că acesta nu este acordat pe frecvența de lucru respectivă, ci reprezintă numai o parte din linia de alimentare acordată.

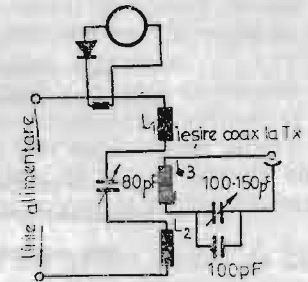


FIG. 203

Linia de alimentare este o linie bifilară din conductoare cu izolație aeriană și o impedanță caracteristică de circa 450 ohmi, avînd lungimea de 11,60—12,00 m. În fig. 203 este prezentat un dispozitiv pentru acordarea liniei, ce funcționează prin cuplarea lui la ieșirea de impedanță mică a radioemițătorului.

Bobinele L_1 și L_2 au cîte patru spire din conductor de cupru cu diametrul 1,5 mm ; L_3 are trei spire. Toate bobinele sînt înfășurate liber, în aer, avînd un diametru de 40 mm.

Varianta modificată a antenei G4ZU

La construcția elementelor pasive am arătat că o linie bifilară închisă, cu lungimea mai mică decît $\lambda/4$, poate fi înlocuită cu o inductanță echivalentă, sub forma unei bobine. O asemenea variantă este arătată în fig. 204.

Porțiunile deschise ale liniei sînt realizate din cablu coaxial și pot fi înlocuite cu condensatoare de capacitate corespunzătoare.

Segmentele de cablu coaxial se pot introduce în interiorul tuburilor care formează elementele antenei și în această poziție se face reglarea lor.

Principiul de funcționare nu se deosebește de cel al construcției din fig. 199, frecvențele de acordare fiind aceleași.

Prin eliminarea tuburilor metalice de susținere se simplifică construcția antenei, economisindu-se și materiale. Pentru susținere se folosește o construcție din lemn, pe care se fixează elementele antenei (fig. 205). Pentru fixare se pot folosi izolatoare ca în fig. 193. În fig. 205 nu se vede nici un segment de cablu coaxial. Este mai comod ca acestea să fie fixate pe construcția de susținere, acordarea făcîndu-se mai ușor.

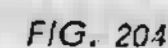


FIG. 204

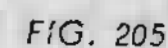


FIG. 205

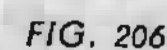


FIG. 206

Cele două tuburi transversale de susținere sînt montate la o distanță de 175 cm și, ca urmare, pot fi folosite în calitate de linii duble închise — dar ele servesc exclusiv la consolidarea mecanică a construcției.

Dimensiunile antenei sînt date în fig. 204. Segmentele cablurilor coaxiale sînt instalate de-a lungul elementelor antenei. În fig. 206 se vede partea de mijloc a construcției elementelor pasive. Bobina se înfășoară peste un cilindru de textolit, la care se fixează ambele jumătăți ale elementului antenei. Ca material s-a folosit conductor de aluminiu de 2 mm diametru.

În continuare vom descrie o variantă a antenei, construită de radioamatorul F8HI. Pentru a asigura robustețea antenei și în același timp o greutate redusă, ea a fost realizată din tuburi de duraluminiu. Greutatea sa, fără bridele de fixare, este de circa 8 kg, iar suplețea tuburilor de dural asigură o rezistență foarte mare la vînt.

Suportul general este realizat din tub de fier, pătrat, de 25 × × 15 mm, suporturile elementelor din tuburi pătrate din fier de 20 × 20 mm, iar dipolul, directorul și reflectorul sînt din tuburi rotunde, de 14/12 mm și de 12/10 mm. Lungimea suportului este de 3,65 m, aceea a suporturilor reflectorului și dipolului de 2 m și aceea a suportului directorului de 1,50 m.

Lungimea dipolului este de 2 × 3,66 m, aceea a reflectorului de 2 × 3,50 m și a directorului de 2 × 2,47 m. Distanța în centrul fiecărui element este de 10 mm.

Distanța între director și dipol este de 1,53 m, între dipol și reflector 2,14 m. Pentru dipol și reflector prindem un tub rotund de 14/13 mm, de o lungime suficientă pentru a obține 3,66 m sau 3,50 m. Pentru director, prindem la capătul tubului de 1,50 m, de 14/13 mm, un segment de tub de 12/10 mm, introdus în cel precedent pentru a obține lungimea de 2,47 m.

În ceea ce privește izolatoarele nu se recomandă utilizarea celor din porțelan, care se sparg ușor. Este preferabilă confecționarea lor astfel: se procură un tub rotund sau pătrat din material plastic de 25 mm diametru, tăind porțiuni de 58 și 32 mm. Luăm tije filetate de 4 mm și tăiem porțiuni de 6 cm. Apoi tăiem un bușon de legătură în care introducem un capăt de tijă filetată care nu va trebui să atingă cealaltă tijă (vezi figura).

Prevedem un capăt al tijei, în afara tubului, de circa 4 cm. Este nevoie de șase izolatoare de cîte 58 mm pentru dipol; pentru reflector trebuie patru, de cîte 58 mm, și două de 32 mm, iar pentru director, două de 58 mm și două de 32 mm.

Pentru dipol efectuăm o gaură de 4 mm diametru, la 4 cm de extremitatea tubului de 14/12 mm diametru, destinat să primească un izolator. La extremitate prevedem un mic colier din alamă, pentru a face legătura de fider. Pentru director și reflector efectuăm cîte o gaură de 4 mm diametru la 12 mm de margine.

Celelalte găuri destinate a primi izolatorii sînt repartizate funcție de lungimea tuburilor suport ale elementelor.

Pentru tubul pătrat de 25 × 25 mm al suportului general, problema se simplifică dacă putem procura două bucăți cu lungimi de 3,67 m. Dacă nu, tăiem două capete de tub pătrat de 20 × × 20 mm, de 20 cm lungime, care vor servi ca manșon ; ele se introduc în tuburile de 25 × 25 mm ale suportului și vor fi fixate prin tije filetate de 4 mm. După montare, inversăm cele două elemente ale suportului central, pentru ca racordurile să nu fie unul în fața altuia.

Apoi găurim tuburile suportului, pentru a primi suporturile reflectorului, dipolului și directorului, respectînd distanțele de 2,14 și 1,53. Distanța dintre cele două tuburi ale suportului central este de 10 cm.

Ne vom așeza apoi într-un spațiu suficient pentru montarea întregii antene. În prealabil vom confecționa două pene din lemn din ceea ce rămîne din suportul central, pentru a fixa la înălțime convenabilă, pe acesta din urmă, suportul dipolului ; aceasta pentru că reflectorul, dipolul și directorul sînt așezați în același plan (practic dipolul va fi așezat cu 1 cm mai sus).

Antena folosind sferturi de lungime de undă, vom lua o bucată de cablu coaxial de 75 ohmi cu lungimea 2 m și o bucată de linie bifilară de 3,30 m lungime.

Pe piulița izolatorului de 32 mm ce susține capătul tubului director așezăm o mică lamelă de alamă, pe care vom cositori un capăt de conductor flexibil și apoi cămașa metalică a coaxialului. Pe celălalt element al directorului vom fixa o lamelă asemănătoare, cu capăt de conductor flexibil, și firul central al coaxialului. Pentru reflector vom proceda la fel, dar cositorind capetele conductoarelor liniei bifilare.

Aceste „sferturi de lungime de undă" trebuie introduse în interiorul suportului central, fiecare dintr-o parte, și menținute depărtate în interior prin rondele de plută. Altfel, după montare, ele nu vor mai putea fi introduse din cauza tijelor filetate care traversează suportul central. Problema a fost rezolvată astfel : tăiem 12 barete de plexiglas de 15 × 2 cm, de 4 mm înălțime, le găurim la fiecare extremitate cu găuri de 3 mm diametru. După filetare, aceste barete sînt fixate pe suportul central la distanțe regulate ținînd cont de lungimea λ/4 și de amplasarea viitoare a barelor de scurtcircuit și a capătului dispozitivului de rotire a antenei.

Coaxialul și linia bifilară sînt fixate deasupra baretelor. Așezăm apoi barele de scurtcircuitare.

Linia bifilară așezată orizontal are inconvenientul că reține apă între conductoare, ceea ce poate provoca o scădere a indicațiilor miliampermetrului pe vreme ploioasă.

Confecționăm patru plachete de dural de 17 × 2 cm, le perforăm la 6 mm de fiecare capăt cu găuri de 4 mm. Așezăm două din aceste barete una peste alta și le strîngem cu două tije filetate, cele dinspre director la 25 cm de extremitatea suportului central, și cele dinspre reflector la 1,40 m.

Antena fiind asamblată, o plasăm într-un spațiu liber la minimum 2 m de sol. Trecem la reglajul porțiunilor în sfert de lungime de undă.

Pentru director, deconectăm cele două lamele, le conectăm împreună și facem o mică buclă cu capetele conductoarelor. Cuplînd un grid-dip-metru, vom obține absorbția pe frecvența la care linia vibrează în sfert de lungime de undă. Este suficient să tăiem succesiv din capătul liber al coaxialului pînă obținem acordul în 28 MHz.

Aceleași operațiuni le facem pentru reflector, tăind din linia bifilară puțin cîte puțin, pînă obținem acordul în banda de 21 MHz.

În general, la coeficientul de velocitate obișnuit, lungimea cablului coaxial va fi de circa 1,72 m, iar a liniei bifilare, de 3,02 m.

În privința barelor de scurtcircuitare, începem prin reconectarea liniilor în sfert de lungime de undă la tuburile respective. Directorul se acordează în banda de 21 MHz prin deplasarea barei de reglaj ; pe 28 MHz linia în sfert de lungime de undă scurtcircuitează alungirea în formă de agrafă, lăsînd partea de 2,47 + + 2,47 m să rezoneze în această bandă.

Reflectorul este acordat prin bara de reglaj a alungirii în banda de 14 MHz. Pe 21 MHz linia în sfert de lungime de undă acordată pe această frecvență scurtcircuitează de asemenea alungirea în formă de agrafă, astfel ca să lucreze numai cele două porțiuni de 3,50 m, rezonînd în banda de 21 MHz.

Reglajul barelor se face cu grid-dipul : distanța de la bara de scurtcircuit din partea directorului la extremitatea suportului central este de 21,5 cm și din partea reflectorului 1,31 m.

Odată antena pusă la punct, trebuie să determinăm mijlocul echilibrat al suportului central, pentru prinderea de dispozitivul de rotire, astfel încît antena să se țină în echilibru.

Pentru fixarea colierului de strîngere al dispozitivului de rotire prevedem două plăci triunghiulare din dural de 20 cm latura, care sînt plasate în centrul suportului central. Pentru a da rigi-



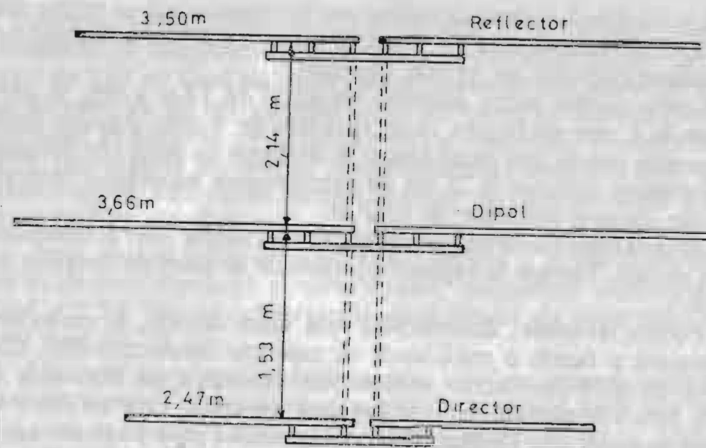


FIG. 207

ditate ansamblului antenei în lungime, prevedem de fiecare parte, la înălțimea suportului dipolului, un echer convenabil tăiat și pliat, care va fi fixat pe suportul central și la suportul dipolului.

La cele două extremități interioare ale dipolului, pe micul colier se vor suda capetele liniei de 300 ohmi, a cărei lungime este determinată ca pentru o antenă Levy : 10,80 m la 11,80 m sau 25,90 m la 38,50 m pentru un acord serie la baza liniei de alimentare.

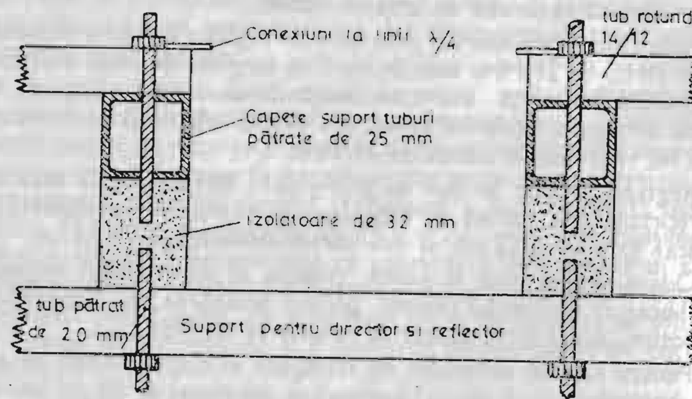


FIG. 208

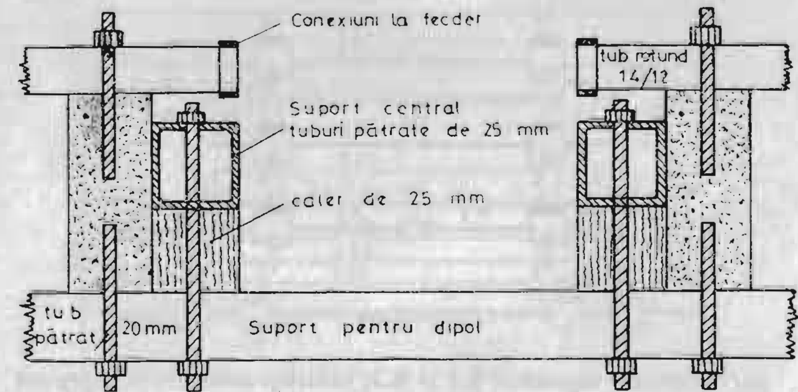


FIG. 209

Linia de alimentare nu trebuie aplicată pe suport, ci ținută la circa 10 cm prin distanțori izolanți. Să nu uităm să astupăm extremitățile tuburilor.

În fig. 207 este arătată o vedere generală a acestei variante a antenei G4ZU, iar în fig. 208 și fig. 209, modul mecanic de fixare a elementelor directorului, reflectorului și dipolului radiant de suporții respectivi.

Antena direcțională W3DZZ

Prin eficacitatea sa, antena direcțională propusă de radioamatorul W3DZZ este echivalentă cu trei antene separate, deoarece în construcția sa nu se recurge la soluții de compromis. În schimb, construcția sa cere atenție și pricepere, în special la confecționarea trapurilor acordate.

Principiul de funcționare a antenei este asemănător cu al dipolului multiband conceput de W3DZZ. Oscilatorul are dimensiunile corespunzătoare benzii de 28 MHz A.1 și A.2 (fig. 209). La capetele lui libere sînt dispuse trapurile acordate, compuse din inductanțe și capacități conectate în paralel L.1, C.1 și L.2, C.2, acordate în banda de 28 MHz. Pentru această bandă trapurile constituie circuite dop (de oprire), ca urmare a impedanței lor mari cauzate de rezonanța în bandă. În continuarea acestor tra-

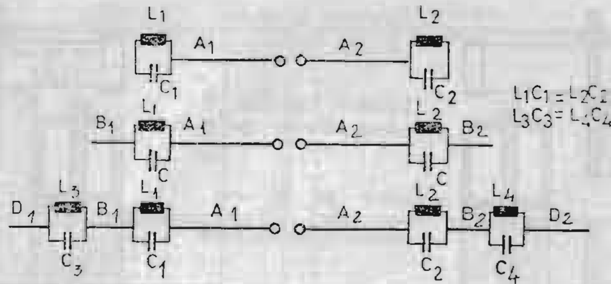


FIG. 210

puri urmează segmenții B.1 și B.2, calculați astfel încît împreună cu segmenții A.1 și A.2 și trapurile L.1, C.1, L.2, C.2 să rezoneze în banda de 21 MHz (fig. 210). În acest caz, bobinele L.1 și L.2 joacă rolul de bobine de prelungire. Deoarece vibratorul trebuie să lucreze și pe banda de 14 MHz, la capetele conductoarelor B.1 și B.2 se leagă alte două trapuri L.3 și L.4, acordate în banda de 21 MHz, care constituie circuite dop pe această bandă.

În continuarea trapurilor L.3, C.3 și L.4 se conectează segmenții D.1 și D.2.

Pentru banda de 14 MHz lucrează toți segmenții antenei A1, A2, B1, B2, D1, D2, iar bobinele L1, L2, L3 și L4 lucrează ca prelungitori. Pentru banda de 21 MHz lucrează numai segmenții A1, A2, B1, B2 și bobinele L1, L2, iar pentru banda de 28 MHz, numai segmenții A1 și A2. Vibratorul antenei W3DZZ reprezintă deci un element acordat simultan în toate cele trei benzi de radioamator.

În același mod, respectiv pe același principiu, se construiesc și elementele pasive ale antenei, reflectoare și directoare, frecvențele de rezonanță ale reflectoarelor fiind mai joase, iar ale directoarelor mai înalte decît ale vibratorului. Aceste elemente pasive ale antenei excitîndu-se indirect, nu este nevoie să fie întrerupte la mijloc, acest punct putînd fi conectat și la masă.

În fig. 211 este prezentată schema electrică a antenei directive W3DZZ pentru cele trei benzi.

Se observă că între directorul și reflectorul cu rezonanță în cele trei benzi sînt introduse două elemente pasive suplimentare,

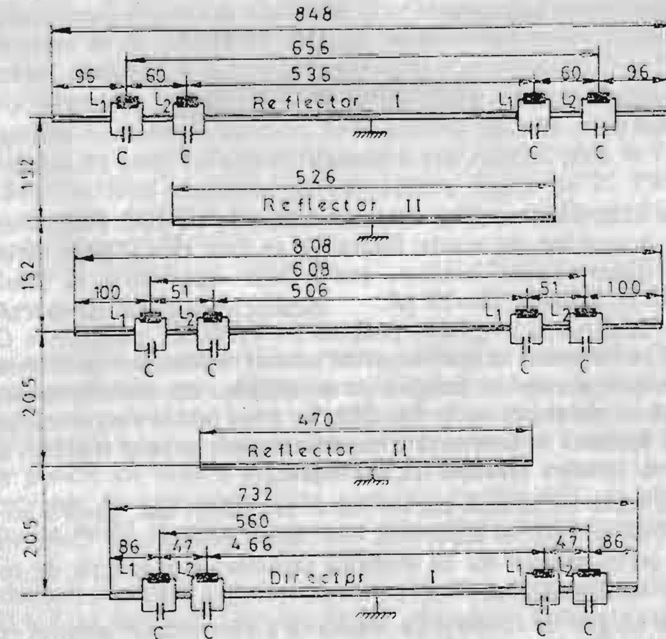


FIG. 211

ce servesc ca director și reflector în banda de 28 MHz, distanțele dintre vibrator și directorul și reflectorul cu rezonanță în cele trei benzi fiind prea mari pentru banda de 10 m.

În acest fel, în banda de 28 MHz antena lucrează cu 5 elemente, cîștigul fiind de 9—10 dB, iar în benzile de 21 și 14 MHz lucrează cu trei elemente, cîștigul fiind de circa 8,5 dB în banda de 21 MHz și de 8 dB în banda de 14 MHz. Cîștigul mai mic în banda de 14 MHz se explică prin aceea că distanțele dintre elementele pasive și vibrator sînt ceva mai mici decît cele optime pentru această bandă.

Bobinele L1 au cîte cinci spire din conductor de cupru de 4 mm, cu diametrul interior al bobinei de 62 mm. Bobinele L2 au cîte șapte spire pe același diametru și cu același conductor. Capacitatea condensatoarelor C este de 25—29 pF. Pentru trapurile L.1, C.1 frecvența de rezonanță este de 28 MHz, iar pentru tra-

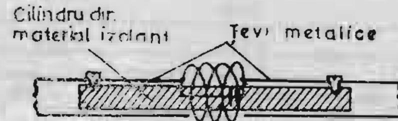


FIG. 212

purile L.2, C.2 frecvenţa de rezonanţă este de 20,2 MHz. Acordarea trapurilor pe aceste frecvenţe se face numai prin modificarea dimensiunilor bobinei, astfel încît capacităţile să rămînă mereu în limitele 25—29 pF.

În construcţia originală, propusă de W3DZZ, capacităţile C.1 şi C.2 se formează în felul următor : tuburile metalice ce formează elementele antenei se îmbracă pe un cilindru din material izolant, fixîndu-se de acesta ca în fig. 212. În acest fel, între cei doi segmenţi metalici se formează o capacitate pentru care cilindrul din material izolant serveşte ca dielectric.

Ca material izolant putem folosi textolitul sau, pentru parametrii săi dielectrici superiori, vom folosi polistirolul. Condensatorul astfel obţinut nu îşi modifică capacitatea în funcţie de condiţiile meteorologice.

Un alt gen de construcţie mecanică a elementelor antenei este prezentat în fig. 213. În acest caz, cilindrul de material izolant se găureşte în centru şi acolo se introduce o tijă metalică fixată cu un adeziv. Acest fel de construcţie este mult mai solid şi se elimină riscul fisurării cilindrului de material izolant. Între tuburile metalice ale elementelor antenei şi tija metalică se formează capacitatea C.

Pentru obţinerea capacităţii de 25—29 pF se mişcă tuburile metalice pe cilindrul izolant, măsurîndu-se valoarea capacităţii cu un capacimetru de precizie.

În ambele moduri de formare a capacităţilor C dimensiunile bobinelor rămîn constante.

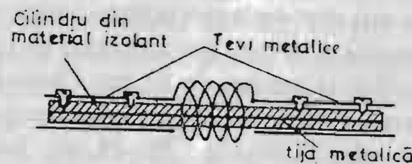


FIG. 213

Alimentarea antenei se realizează prin intermediul unei scheme de adaptare în Y, destul de comodă în cazul antenelor formate din tuburi metalice şi alimentate cu cabluri coaxiale.

Prin adaptarea aleasă, coeficientul de unde reflectate poate fi adus pe una din benzi la valoarea de 1, pentru celelalte două benzi coeficientul de unde reflectate fiind ceva mai ridicat, pînă la 1,5. De obicei se face adaptarea optimă pentru banda de 21 MHz, pentru benzile de 28 şi 14 MHz valoarea acestui coeficient fiind pe deplin acceptabilă.

Antena logperiodică

La antenele directive obişnuite cu elemente orizontale, una din caracteristicile mai dificile este şi gama relativ îngustă de frecvenţe pe care poate lucra cu randament bun şi parametri tehnici în limitele admise. Antena descrisă în continuare prezintă din aceste puncte de vedere avantaje nete, şi anume, o bandă largă de frecvenţe pe care poate lucra bine, cuprinzînd 2, 3 sau chiar mai multe benzi de radioamatori cu parametri tehnici corespunzători.

Schematic, antena logaritmică direcţională este prezentată în fig. 214, fiind formată dintr-un şir de vibratoare liniare-paralele

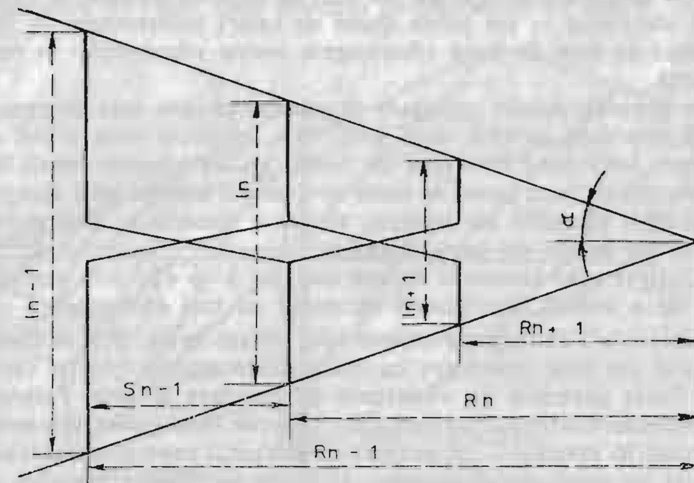


FIG. 214

amplasate în același plan. Dimensiunile elementelor se aleg astfel încît caracteristicile fiecărui vibrator să reprezinte funcțiile periodice ale logaritmului unei frecvențe.

Diagrama antenei înspre frecvențele joase este condiționată de posibilitatea măririi dimensiunii vibratoarelor, iar înspre frecvențele înalte, de precizia de execuție a construcției. Distanța în lungimi de undă între vibratorul în $\lambda/2$ și vibratorul vecin mai mic este determinată de parametrul $P = \frac{Sn-1}{2\,ln}$. Lungimea vibratoarelor și distanța dintre ele variază în progresie geometrică cu numitorul $t = \frac{Rn}{Rn-1} = \frac{ln}{ln-1} < 1$.

Valoarea parametrului P este legată de t prin raportul $P = \frac{1}{4}(1-t)\,\mathrm{ctg}\,\alpha$, în care α este unghiul dintre axa antenei și linia care trece prin capetele vibratoarelor. Cu cît valoarea unghiului α este mai mică și numărul vibratoarelor mai mare, cu atît este mai mică variația valorii parametrilor antenei, de unde și faptul că valorile P și t au un caracter de compromis.

Vibratoarele antenei sînt excitate în fază variabilă de o linie simetrică, la care se pot cupla fie un fider simetric, fie un cablu coaxial introdus într-unul din conductoarele liniei. Curentul din linie atinge valoarea maximă la locul de conectare a vibratorului, a cărui lungime este $\lambda/2$ sau cît mai aproape de aceasta, și este mult mai redus — am putea spune de valori neînsemnate — în sectorul de linie de după vibratoarele vecine vibratorului în rezonanță.

În general, putem considera că vibratorul care este în rezonanță împreună cu cele două învecinate formează zona activă a antenei. Schimbînd frecvența de lucru, un alt vibrator intră în rezonanță, iar zona activă se mută de-a lungul antenei pînă ajunge la ultimele elemente ale acesteia, ale căror dimensiuni determină și limitele benzii de lucru a antenei.

Cîștigul unei asemenea antene este de 5—6 dB, deci echivalent cu o antenă direcțională obișnuită cu trei elemente.

Elementele de bază ale antenei sînt arătate în fig. 215, ea fiind formată din linia colectoare cu două condensatoare (A) pe care sînt fixate perechile de vibratoare B conectate la linie. Fiderul de alimentare introdus într-unul din tuburile liniei colectoare este conectat în punctul C, și anume, conductorul central al cablului coaxial cu conductorul superior al liniei, iar cămașa metalică a cablului cu conductorul inferior al liniei.

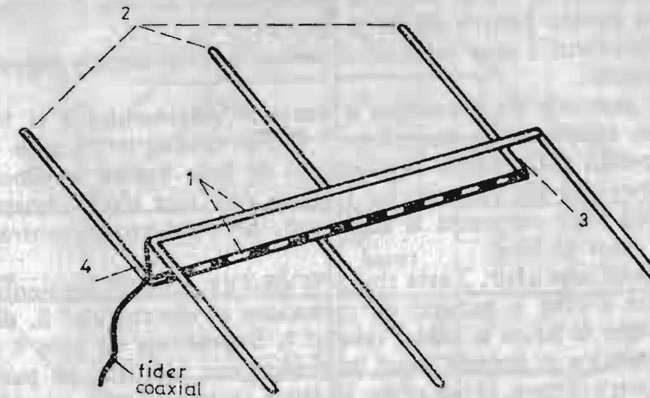


FIG. 215

Vibratoarele pot fi realizate din conductor de orice profil și diametru, valorile acestor parametri fiind limitate pe de o parte de greutatea antenei și a suportului său și pe de altă parte de rigiditatea și rezistența sa mecanică.

În fig. 216 este arătat aspectul general al unei asemenea antene pentru trei benzi. Vibratoarele 1, 2 și 3 formează antena pentru banda de 14 MHz, fiind montate pe segmentul de linie 4, iar vi-

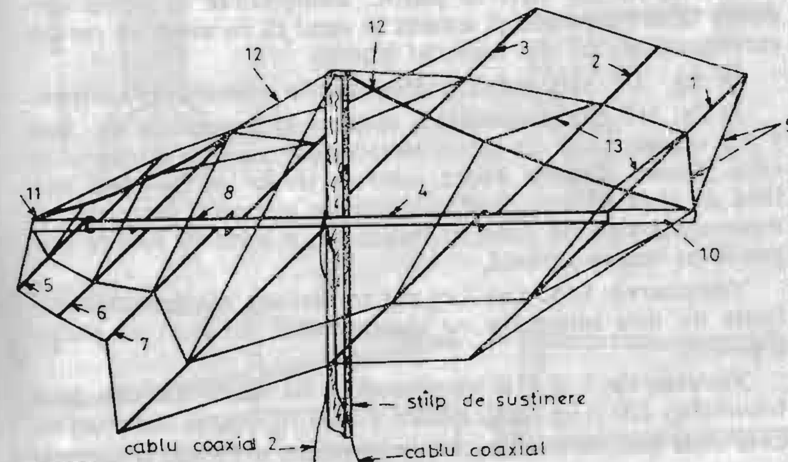


FIG. 216

bratoarele 5, 6, 7 și 3, montate pe segmentul de linie 8, formează antena pentru benzile de 21 și 28 MHz.

Vibratorul 3 este reflectorul comun pentru ambele segmente ale antenei.

În punctele de conexiune a brațelor vibratorului 3 la linie, aceasta este pusă în scurtcircuit. Cablul coaxial nr. 1 este tras printr-unul din tuburile segmentului de linie 4 pînă la punctele de conexiune ale vibratorului 1, unde este scos afară, cămașa sa metalică fiind conectată la acest tub, iar conductorul central la tubul opus al liniei.

Cablul coaxial nr. 2 este tras prin unul din tuburile segmentului de linie 8 pînă la punctul de conexiune al vibratorului 5, unde procedăm la fel ca la cablul coaxial 1. Segmentele de linie 4 și 8 sînt identice și așezate unul în prelungirea celuilalt, cu puncte de scurtcircuitare în locul de legătură ce corespunde cu cel de conectare a vibratorului 3.

Pentru asigurarea rezistenței mecanice a antenei se folosește un sistem de ancorare, și anume : două bare dielectrice, 10 și 11, așezate în capetele liniei, ce sînt prinse cu un cordon 12, trecut peste vîrful catargului de susținere, diferența minimă dintre vîrful catargului și linie fiind 1,4 m.

Pe acest cordon sînt prinse firele de ancorare laterală 13. Sistemul de ancorare este completat cu firele de ancoraj 9 ce fixează capetele vibratoarelor. Toate firele de ancorare 9 și 13 trebuie să fie din material plastic, admițîndu-se ca numai cordonul 12 să fie metalic și aceasta în cazul că nu avem un cordon corespunzător tot din material plastic.

În fig. 217 sînt indicate dimensiunile elementelor antenei.

În fig. 218 este prezentată o secțiune în segmentele de linie 4 și 8, confecționate din tuburi metalice din cupru cu diametrul de circa 30 mm, distanța dintre centrele țevilor ce formează linia fiind de circa 90 mm. Pentru stabilitate mecanică, între țevi se montează o riglă de material izolant sau o scîndură subțire acoperită cu vopsea izolantă.

Vibratoarele 1, 5, 6 și 7 se pot confecționa din țevi separate, fixate de linia colectoare cu ajutorul unor șuruburi cu piulițe (fig. 219).

Vibratoarele 2 și 3 se recomandă să fie făcute din cîte două tuburi (fig. 220 și fig. 221), pentru a mări rigiditatea construcției. Cele două țevi, care se unesc într-un punct, se fixează la capetele opuse pe un segment cornier lung de 150—200 mm. La o treime

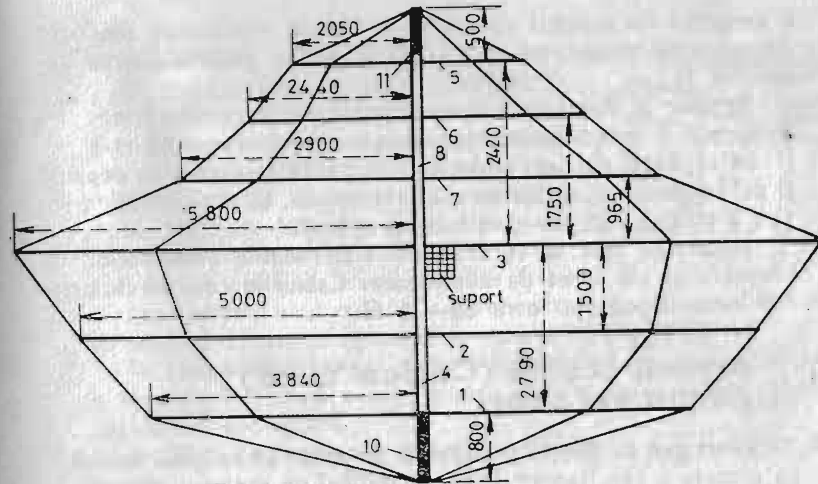


FIG. 217

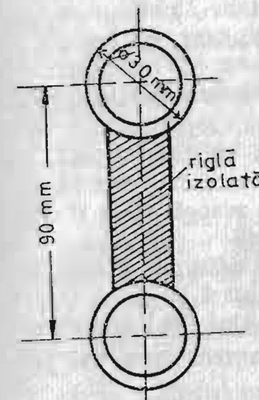


FIG. 218

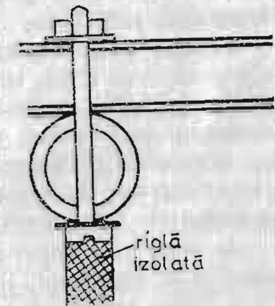


FIG. 219

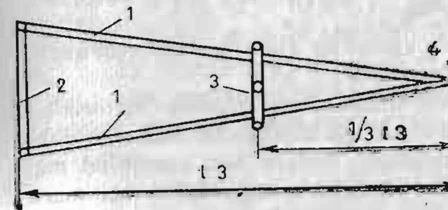


FIG. 220


FIG. 221

a distanței din punctul de unire se fixează o scîndură sau bară din material izolant, cu un orificiu la mijloc pentru fixarea ancorelor 13.

Desigur că elementele antenei pot fi confecționate și din alte materiale la îndemîna radioamatorului, iar vibratorii 2 și 3 pot fi confecționați din țevi obșnuite ; ancorajul de asemenea depinde și de imaginația și abilitatea constructorului, ca și sistemul de rotire a stîlpului de lemn ce susține antena.

Important este să se respecte dimensiunile elementelor vibratoare și ale liniei de alimentare. Cablurile coaxiale folosite vor avea impedanța între 52—75 Ω.

Antena cubică (Cubical quad) pentru trei benzi

Acest gen de antenă și-a păstrat pe drept un renume deosebit, ca urmare a rezultatelor bune în traficul de radioamatori.

Este vorba de două bucle pătrate, avînd laturile egale cu aproximativ 1/4 λ, și un perimetru egal aproximativ cu λ. Unul din pătrate servește ca element activ, respectiv radiant, iar celălalt ca element pasiv, respectiv reflector.

Distanța dintre cele două elemente este în general cuprinsă între 0,12 și 0,20 λ.

Antena quad prezintă, în comparație cu un dipol în λ/2, un cîștig de circa 6 dB, iar raportul față-spate este de peste 25 dB.

În cazul cînd celor două elemente li se adaugă un al treilea, respectiv un director, cîștigul crește la 8 dB.

Ansamblul se montează la cel puțin λ/2 deasupra solului, acțiunea acestuia făcîndu-se simțită printr-o ușoară influență asupra impedanței, care poate fi eliminată la reglajul final al antenei.

În afară de cîștigul apreciabil de cîmp, antena quad mai prezintă și alte avantaje, și anume :

— Este mai puțin sensibilă la paraziți, are o suprafață de captare, respectiv de radiație, mare, un efect directiv accentuat și reduce efectul de feding (QSB).

— Unghiul de radiație este destul de mic, ceea ce favorizează legăturile la mari distanțe.

Pentru construcția antenei folosim următoarele materiale :

— 8 bastoane din fibre de sticlă sau bambus de diametre diferite, pentru a fi montate telescopic, fiecare braț conținînd mai multe secțiuni de diametre diferite, aceasta asigurînd o mai mare rigiditate și posibilitatea reglării lungimii brațului ; două cruci,

ce se prind la extremitățile barei centrale de susținere, fiecare avînd prevăzute orificii pentru introducerea celor patru brațe ce formează suportul fiecărui cadru, ambele realizate din duraluminiu.

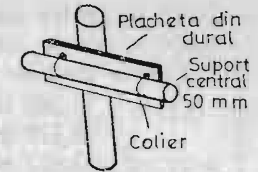


FIG. 222

Bara centrală de susținere este formată dintr-un tub de duraluminiu de 50 mm diametru și avînd lungimea 2,45 m. O placă de dural permite fixarea, cu ajutorul unor coliere, a barei centrale de suportul vertical ce susține antena și servește la rotirea ei (fig. 222).

— Șase izolatoare mici, avînd lungimea de 6 cm, ce se montează la locul de întrerupere a cadrului și servesc la corectarea cablului coaxial de alimentare.

— 50 m de conductor din cupru emailat de 1,5—1,8 mm diametru.

— 2,50 m de linie bifilară cu impedanța 300 ohmi.

— Bandă adezivă.

— Un grid-dip-metru prevăzut cu microampermetru sau, în lipsă, cu indicator optic (ochi magic).

— Un măsurător de cîmp pentru reglajul definitiv al antenei.

Construcția antenei. Frecvențele alese sînt următoarele : 14,200—21,250—28,600 MHz. În cazul altor frecvențe se poate utiliza pentru calcul formula 300/F.

Tăiem trei bucăți de conductor de cupru emailat diametru 1,6 mm, avînd lungimile 21,50 m, 14,50 m și 11 m, și prindem unul din capete la un punct fix, trăgînd firul pentru a-l întinde cît mai bine și a nu-și schimba sensibil lungimea sub efectul căldurii sau al frigului. Aceasta va asigura de asemenea și rigiditatea întregului cadru.

Se dimensionează apoi fiecare bucată de conductor, astfel :

21,082 m + 10 cm pentru frecvența de 14 200 kHz.
14,122 m + 10 cm pentru frecvența de 21 250 kHz.
10,490 m + 10 cm pentru frecvența de 28 600 kHz.

Pe fiecare braț al crucii formate de suportul fiecărui cadru găurim, paralel cu planul solului, trei găuri cu diametrul de 3 mm, prin care va trece conductorul de cupru emailat ce formează cadrul.

Cele trei găuri se situează la următoarele distanțe de centrul crucii de susținere :

— 3,734 m pentru cadrul corespunzînd frecvenței de 14 200 kHz



— 2,495 m pentru cadrul corespunzînd frecvenţei de 21 250 kHz
— 1,854 m pentru cadrul corespunzînd frecvenţei de 28 600 kHz

Lungimea laturilor pătratului este următoarea:

5,282 m pentru 14 200 kHz.
3,529 m pentru 21 250 kHz.
2,622 m pentru 28 600 kHz.

Cadrul reflector are aceleaşi dimensiuni ca şi cadrul radiant.

Alimentarea antenei. Deoarece impedanţa fiecărui cadru radiant corespunzînd unei benzi este diferită, trebuie să adaptăm riguros antena la linia (cablul) de alimentare, şi anume:

— Cadrul radiant pentru banda de 20 m (14 200 kHz) impedanţa de 50 ohmi
— Cadrul radiant pentru banda de 15 m (21 250 kHz) impedanţa de 70 ohmi
— Cadrul radiant pentru banda de 10 m (28 600 kHz) impedanţa de 150 ohmi.

Vom proceda astfel:

Pentru banda de 20 m: conectăm cadrul radiant direct la un cablu de 52 ohmi impedanţă, de lungime oarecare, ce merge la emiţător (fig. 223).

Pentru banda de 15 m: conectăm cadrul radiant la un segment de cablu coaxial de 75 ohmi impedanţă, avînd lungimea de 2,34 m, şi apoi, în continuare, conectăm cablul coaxial de impedanţă 52 ohmi ce merge pînă la emiţător (fig. 224).

Pentru banda de 10 m: conectăm cadrul radiant la un segment de linie coaxială cu impedanţa de 150 ohmi, avînd lungimea de

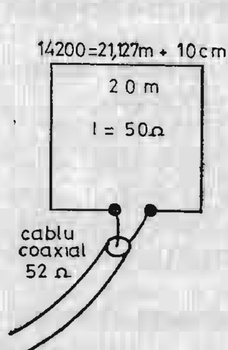


FIG. 223

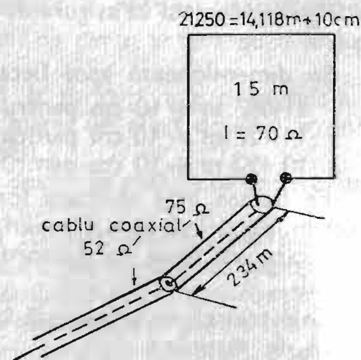


FIG. 224

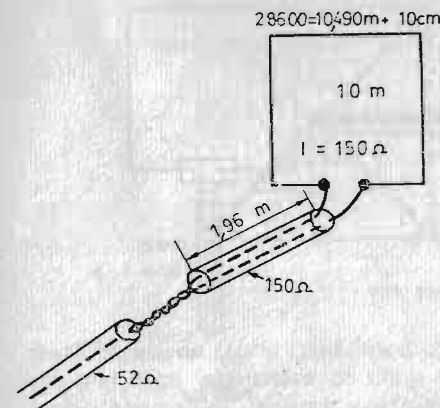


FIG. 225

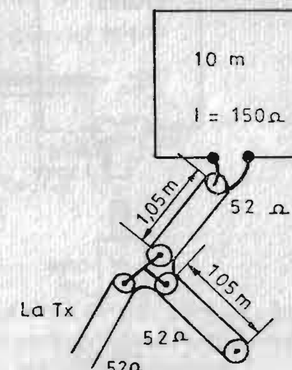


FIG. 226

1,96 m, şi apoi, în continuare, conectăm cablul coaxial de 52 ohmi impedanţă (fig. 225).

În cazul cînd nu dispunem de linie bifilară cu impedanţa de 150 ohmi, se poate aplica metoda arătată în fig. 226, folosind numai segmente de cablu cu impedanţa de 52 ohmi.

Reglajul elementului activ (cadrul radiant). Utilizăm două metode:

a) Vezi fig. 227.

— Realizăm o bobină de trei spire conductor cupru emailat diametru 1,6—2 mm, diametrul spirelor 25 mm, pe care o conectăm la capetele cadrului.

— Reglăm grid-dipul pe frecvenţa de 14 200 kHz, controlînd-o şi într-un receptor bine etalonat, pentru a evita orice erori.

— Apropiem bobina grid-dipului de bobina de trei spire, menţinînd un cuplaj cît mai larg pentru o precizie cît mai mare a reglajului.

— Acţionăm asupra porţiunii de 10 cm lăsată în plus la cadru (în plus sau în minus), pînă obţinem indicaţia cea mai bună la grid-dip-metru.

b) Conectăm cablul coaxial de alimentare de 52 ohmi în serie cu un măsurător de unde reflectate.

— Cu putere redusă acordăm emiţătorul pe frecvenţa dorită şi ajustăm bucla de reglaj de 10 cm pentru a obţine cel mai mic coeficient de unde reflectate.

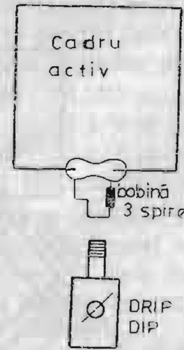


FIG. 227

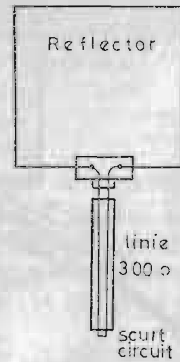


FIG. 228

Deconectăm de la cadru bobina de trei spire și sudăm cablu coaxial la capetele cadrului radiant.

Aceleași operațiuni se repetă pentru fiecare bandă, ținînd seama neapărat de elementele de adaptare a impedanței arătate.

Reglajul elementului pasiv (cadrul reflector). După cum am văzut, el are aceleași dimensiuni ca și cadrul radiant, mai puțin cei 10 cm care servesc la reglajul cadrului radiant. Reflectorul se găsește la 2,45 m de radiant.

Conectăm la capetele fiecărui cadru reflector segmente de linie bifilară cu impedanța 300 ohmi (fig. 228), diferite pentru fiecare bandă:

— Pentru banda de 20 m, lungimea 1,016 m
— Pentru banda de 15 m, lungimea 0,70 m
— Pentru banda de 10 m, lungimea 0,46 m

Confecționăm o baretă metalică de scurtcircuit care se va regla aproximativ în următoarele limite:

Pentru banda de 20 m, între 0,91 și 1,016 m
Pentru banda de 15 m, între 0,50 și 0,60 m
Pentru banda de 10 m, între 0,38 și 0,45 m

Se ridică antena și cu ajutorul unui alt radioamator, ce se găsește la cîțiva kilometri și dispune de măsurătorul de cîmp așezat în spatele antenei (corespunzînd reflectorului), se depla-

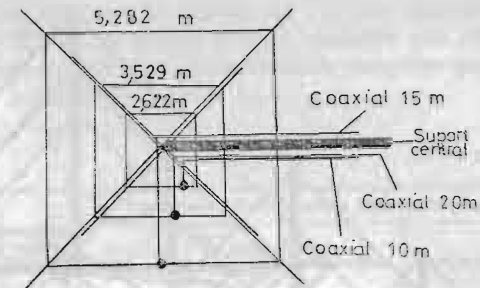


FIG. 229

sează bareta de scurtcircuit între limitele indicate, pînă se obține cea mai mică intensitate de cîmp la corespondent, urmărind în același timp și cel mai mic coeficient de unde reflectate.

Pentru fixarea cablurilor coaxiale se procură două bastoane izolante ce se fixează vertical, pornind din centrul fiecărei cruci de susținere (fig. 229). Pe acestea se fixează cu bandă adezivă cablurile coaxiale ale cadrelor radiante, izolatoarele de la capetele cadrelor, respectiv locurile de conectare a cablurilor, sau secțiunile de linii de 300 ohmi impedanță în cazul cadrelor reflectoare.

Antena odată reglată se ridică la locul definitiv, utilizîndu-se un sistem de rotire manuală sau mecanică, aceasta depinzînd de soluțiile alese de fiecare constructor.

Antena cubică (Cubical-quad) cu patru elemente

Antena descrisă în continuare se recomandă prin cîștigul de cîmp electromagnetic pe care îl asigură și care facilitează în mod deosebit traficul de radioamator atît la distanțe apropiate, cît și, în special, la distanțe mari.

Ea este formată din patru elemente pătrate și funcționează în benzile de 14, 21 și 28 MHz, cu specificarea că pe benzile de 21 și 28 MHz funcționează toate cele patru elemente, iar pe banda de 14 MHz numai trei elemente. În fig. 230 este arătată o vedere de ansamblu a antenei, iar în fig. 231 o vedere în plan vertical, precum și distanțele dintre elemente.

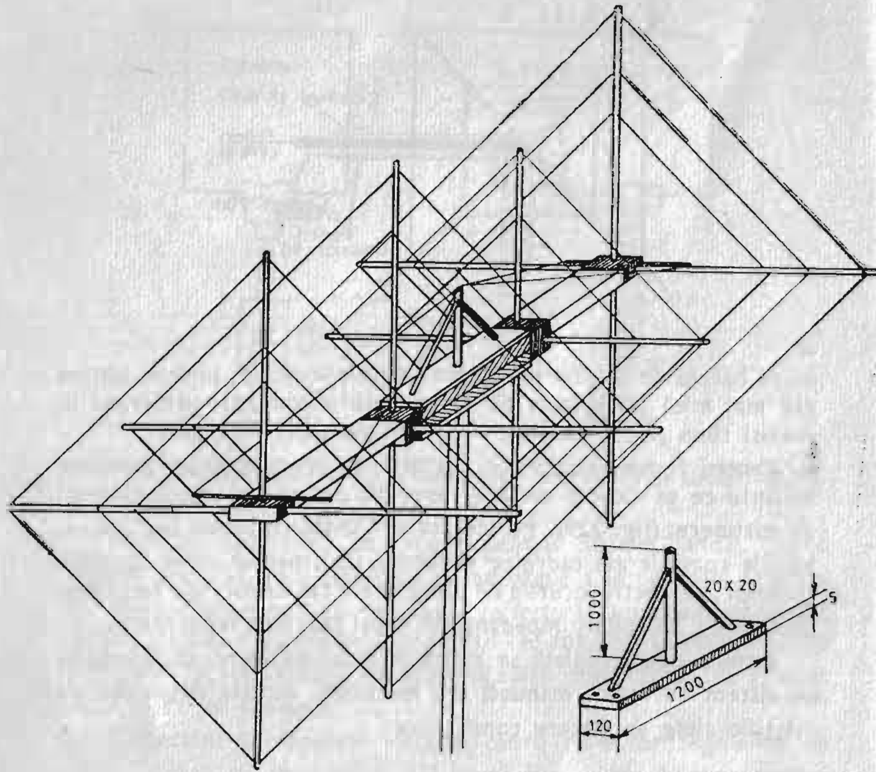


FIG. 230

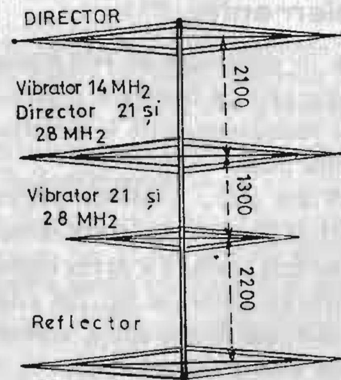


FIG. 231

Elementele antenei, în număr de 11, aşa cum se vede şi în fig. 230, au forma de pătrat şi sînt realizate din conductor de cupru cu diametrul 2 mm. Dimensiunile laturilor pentru fiecare pătrat sînt indicate în tabelul 16.

TABELUL 16

Banda MHz	Frecvenţa de acord MHz	Lungimea unei laturi a patratului cm				Lungimea buclei de acord cm
		Primul director	Al doilea director	Vibrator	Reflector	
14	14,15	500	—	530	540	50
21	21,2	345	345	354	360	40
28	28,5	245	245	264	270	30

Pe traversa centrală pe care se montează antena sînt fixate, cu ajutorul unor dispozitive de încrucişare, cele 16 bare de susţinere, ale căror dimensiuni sînt date în tabelul 17.

TABELUL 17

Nr. bare	Diametru cm	Lungimea cm
3	4	380
9	3,5	380
4	2,5	260

Cele 11 pătrate din conductor de cupru sînt prinse de aceste bare prin intermediul unor izolatoare, iar în partea de jos, cu ajutorul unor plăci de textolit sau material plastic izolant avînd dimensiunile 10 × 5 × 1 cm.

Acordul pătratelor ce funcţionează ca directoare sau reflectoare se face cu ajutorul unor bucle scurtcircuitate.

Piesele din lemn ale traversei şi barele sînt confecţionate din pin şi acoperite cu două straturi de nitro-email. Capetele traversei la montare sînt puţin îndoite în sus cu ajutorul a patru cabluri de capron cu diametrul 6 mm, fiecare cablu fiind prins cu un capăt de ţeava aplicii superioare a traversei, iar cu celălalt capăt de o

pîrghie de pe suportul de încrucișare a barelor. În acest mod se asigură rigiditatea construcției și se compensează forțele de torsiune ce lucrează asupra traversei.

Pentru alimentarea vibratoarelor pentru benzile de 21 și 28 MHz se folosesc cabluri separate, cu impedanța caracteristică de 52 Ω, iar pentru vibratorul corespunzător benzii de 14 MHz, un cablu cu impedanța caracteristică de 75 Ω. Nu sînt necesare dispozitive de adaptare sau simetrizare.

Catargul pe care se ridică antena poate fi din lemn, de dimensiuni corespunzătoare, sau metalic, fixat la bază pe o placă metalică, prinsă de fundație cu șuruburi de fixare. El este susținut de două rînduri de cabluri de ancorare din fir de oțel de 6 mm diametru, secționate prin izolatori intercalați. În partea superioară a catargului se prinde (prin sudură sau cu șuruburi) o placă de oțel de 10 mm grosime, pe care se fixează reductorul și electromotorul cu care se efectuează schimbarea direcției antenei. Pe această placă este montat printr-un dispozitiv adecvat și un rulment de presiune, centrul traversei de susținere a antenei.

Desigur, antena, împreună cu dispozitivul de rotire, pot fi montate și pe acoperișul clădirilor și pe terasele superioare ale blocurilor de locuințe, ținîndu-se însă seama în mod obligatoriu să nu fim ecranați pe unele direcții prin clădiri mai înalte, construcții metalice etc.

Acordul antenei se face cu ajutorul unui măsurător de cîmp așezat la circa 300 m de locul de amplasare a antenei, cu un emițător lucrînd în regim telegrafic și folosind un manipulator electronic pe poziție „puncte".

În cazul cînd etajul final al emițătorului poate suporta, fără a se deteriora, funcționarea îndelungată cu purtătoare continuă, vom lucra astfel eliminînd manipulatorul.

Vom acționa întîi asupra punților de scurtcircuitare a buclelor de acord de la reflectoare, mutîndu-le în sus și în jos, pînă determinăm poziția de raport maxim între radiația în fața antenei și cea în spatele ei. Se repetă apoi aceeași operațiune asupra directoarelor, determinîndu-se același raport maxim. În cazul montării pe acoperiș sau terasă, acordul se face după montarea definitivă a antenei, iar în cazul montării pe pilon, acordul se face ridicînd antena la circa 10 m, după care se ridică definitiv la circa 20 m, distanță suficientă pentru a asigura performanțele antenei.

Principalele performanțe ale antenei sînt : un cîștig de cîmp de 10—12 dB în comparație cu un dipol obișnuit acordat în bandă, un coeficient de unde reflectate apropiat de 1 și un raport față-spate de minimum 30 dB, aceste performanțe fiind valabile în toate cele trei benzi.

Antena cubică (Cubical-quad) multiband VK2AOU

Practica a dovedit superioritatea antenei quad față de antenele direcționale cu elemente orizontale, ca urmare a unui unghi de radiație verticală mai mic decît în cazul antenelor orizontale. Acesta are ca efect o influență mai redusă a solului asupra antenei și, respectiv, la o înălțime efectivă egală, cîștigul de cîmp electromagnetic este superior antenei cu elemente orizontale.

Elementul de dificultate în construcția antenei quad rămîne fragilitatea întregii construcții, ca urmare a rezistenței opuse vîntului. Quadul multiband realizat de VK2AOU elimină în mare parte acest element, reducînd cele trei elemente existente la quadul clasic pe trei benzi la unul singur, rezonant în toate cele trei benzi.

Pentru a înțelege mai bine principiul de funcționare a antenei quad tip VK2AOU, să analizăm circuitele oscilante cu trei frecvențe de rezonanță prezentate în fig. 232.

Dacă analizăm separat fiecare din circuitele componente, nici unul nu se va găsi pe cîte o frecvență de lucru dorită, dar întregul ansamblu este rezonant pe cele trei frecvențe de lucru dorite.

Înlocuind la circuitul din fig. 232 circuitul de rezonanță în serie cu un element de antenă corespunzător, caracteristica de frecvență nu se schimbă. Dacă acest element este un pătrat din conductor, vom obține schema din fig. 233 a, în care el reprezintă circuitul cu rezonanță în serie din fig. 232, avînd inductanța și capacitatea dispersate de-a lungul conductorului.

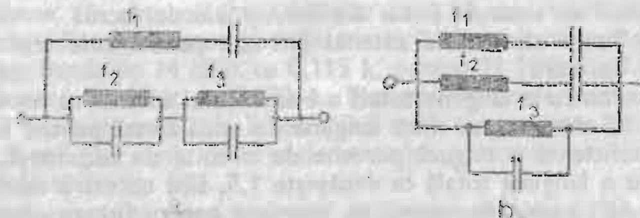


FIG. 232



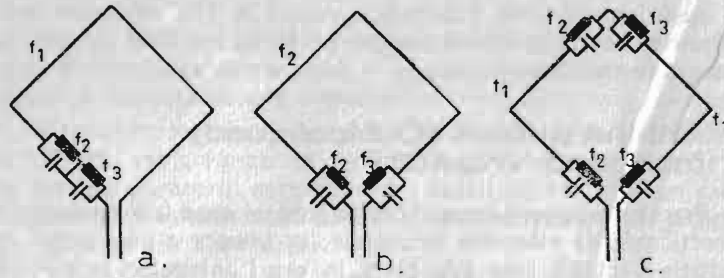


FIG. 233

Pentru asigurarea simetriei electrice și mecanice, circuitele f.2 și f.3 se amplasează în ambele părți ale punctelor de alimentare (fig. 233 b), iar în cazul frecvenței de 28 MHz, circuitele f.2 și f.3 se amplasează împerecheat în ambele planuri (fig. 233 c).

În baza principiilor expuse, pentru mai multe frecvențe pot fi folosite elementele mai lungi sau mai scurte, înregistrîndu-se însă creșterea sau scăderea corespunzătoare a eficienței. Din experimentările făcute a rezultat că latura pătratului de 4,27 m se apropie cel mai mult de randamentul optim.

Elementul quad alimentat, respectiv vibratorul, va avea rezonanța pe frecvențele de 14,15 MHz, 21,3 MHz și 28,6 MHz. În acest caz frecvențele de rezonanță pentru elementul quad reflector vor trebui să corespundă la 13,43 MHz, 21,20 MHz și 27,30 MHz.

Quadurile de acest gen prezintă următoarele caracteristici principale :

— Frecvențele de lucru pot fi dispersate în domeniul de la 1,6 : 1 pînă la 3 : 1.

— Între frecvențele de lucru alese nu trebuie să existe relații armonice de rezonanță, deci antena nu funcționează pe armonicile frecvențelor sale de lucru decît în cazul particular, cînd frecvența armonicii corespunde uneia din frecvențele de lucru.

— Toate elementele antenei lucrează pentru cele trei frecvențe de lucru.

— Pentru o lungime totală a elementului antenei ce nu depășește 1,5 din cea mai mică lungime de undă aleasă pentru lucru, este suficientă o singură pereche de circuite de rezonanță, iar pentru o lungime totală ce depășește 1,5, sînt necesare două perechi de circuite de rezonanță, acordate pentru fiecare element, ca să se evite dificultățile de acord pe frecvența cea mai mare.

Poziția de montare a circuitelor de rezonanță acordate în cadrul elementului antenei nu este critică, iar pierderile de putere pe care le provoacă sînt reduse ; practic, circuitele nu se încălzesc în timpul lucrului. Lungimea totală a elementului 17,08 m depășind 1,5 lungimi de undă ale frecvenței celei mai mari de lucru (10 m), se folosesc cîte două perechi de circuite acordate cu rezonanță paralelă.

Capacitățile circuitelor sînt formate fie din trimeri ceramici, fie, și mai practic, din bucăți deschise de cablu coaxial, care prezintă o anumită capacitate între conductorul central și cămașa metalică. Astfel, la cablurile obișnuite, cu impedanța caracteristică de 60 ohmi, această capacitate este de circa 85 pF/m.

Ca inductanțe ale circuitelor acordate se folosesc două bucle în formă de potcoavă din conductor de cupru de 2 mm diametru, cu distanța între conductori de circa 60 mm.

Datele de realizare a acestor bucle pentru fiecare circuit, ca și capacitățile necesare sînt indicate în tabelul 18.

TABELUL 18

Bucla	Lungimea conductorului buclei cm	Lungimea buclei cm	Capacități pF	Lungimea cablu 85 pF în cm
L.1	175	84	C.1 = 56	66
L.2	132	62	C.2 = 26	31
L.3	145	66	C.3 = 53	63
L.4	107	50	C.4. = 23	27

Lungimea totală a conductorului întins, plus lungimea totală a conductorilor celor patru bucle în potcoavă, corespunde aproximativ cu lungimea de undă a celei mai mici frecvențe de lucru.

Construcția antenei. Suportul orizontal A ce fixează cele două elemente ale antenei are lungimea de 2,60 m, stabilind astfel distanța dintre vibrator și reflector la 2,45 m, care corespunde pentru banda de 14 MHz cu 0,115 λ, pentru 21 MHz cu 0,173 λ, iar pentru 28 MHz cu 0,232 λ. Suportul se confecționează din țeavă de duraluminiu de 2 țoli (50,8 mm), cu grosimea peretelui de 1/8 țoli (3,2 mm). Vederea de ansamblu a antenei montate este prezentată în fig. 234.

Suporturile în cruce ale celor două elemente quad ale antenei sînt realizate de asemenea din țeavă de duraluminiu. Suporturile

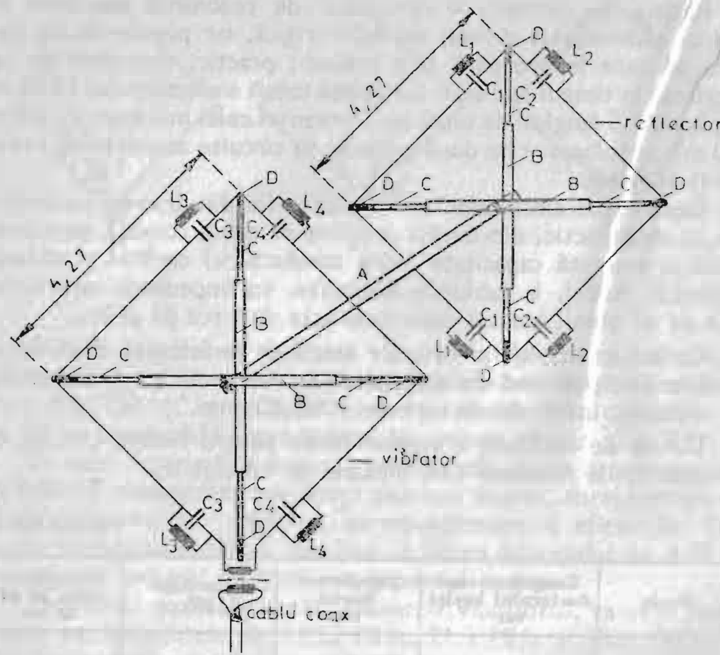


FIG. 234

formate din piesele B, C și D se fixează în cruce pe suportul orizontal A. Piesele B sînt țevi din duraluminiu cu diametrul 7/8 țoli (22,2 mm), grosimea peretelui 1/16 țoli (1,6 mm) și lungimea a = 3,66 m. La cele patru capete deschise sînt introduse și fixate patru bucăți de țevi din metal ușor, de 3/4 țoli, avînd lungimea de 1,22 m, respectiv piesele C care se introduc cu 200 mm în piesele B și se fixează astfel.

În capetele pieselor C sînt fixate piesele D din țevi PVC, avînd diametrul 3/4 țoli (19 mm) și lungimea 250 mm. Pentru fixarea lor în capetele țevilor C, ele se încălzesc ușor și se lărgesc, pentru a fi îmbrăcate pe piesele C pe o distanță de 100 mm. Prin răcire ansamblul devine rigid și bine fixat.

Capetele libere ale tuburilor de PVC se încălzesc, se aplatizează și se prevăd cu cîte o gaură prin care va trece conductorul de 2 mm diametru ce formează elementul antenei. Lungimea completă a întregului sistem de susținere în cruce este de 6,15 m pe fiecare diagonală, pentru o lungime calculată a laturii elementului de 4,30 m.

Suporturile în cruce se fixează la 90°, cu bolțuri în formă de U, de suportul orizontal A. Desigur, structura mecanică a întregului suport al antenei poate fi modificată în raport de materialul existent.

Circuitele de rezonanță, respectiv L.3, C.3, L.4 și C.4 pentru vibrator, iar L.1, C.1 și L.2, C.2 pentru reflector, se intercalează în colțurile superioare și inferioare ale elementului (fig. 235). Conductorul de 2 mm diametru se întrerupe electric în aceste locuri cu cîte o bandă de polistiren cu dimensiunile de 75 × 13 × 6 mm.

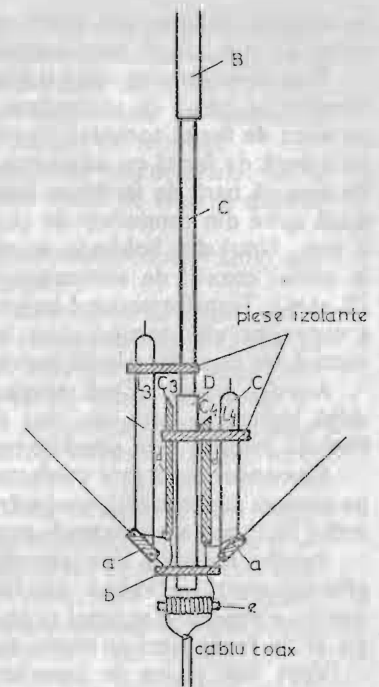


FIG. 235

Circuitele de rezonanță, compuse din cîte o buclă potcoavă c și cîte un conductor d din cablu coaxial, se prind de aceste piese izolante și se conectează la capetele conductorului d de 2 mm diametru.

Buclele în formă de potcoavă c sînt executate din conductor de cupru emailat cu diametrul minim 2 mm și fixate mecanic de brațele verticale prin intermediul pieselor izolante. Lungimea conductoarelor din bucle, a buclelor, capacitatea condensatoarelor și lungimile din cablu cu impedanța de 60 ohmi, necesare pentru aceste capacități, sînt indicate în tabel. Bucățile de cablu coaxial ce se folosesc pentru capacități se fixează direct pe brațele verticale de susținere, cu ajutorul unor benzi speciale de fixare, unde conductorul exterior al cablului se racordează cu punctele corespunzătoare nodurilor de tensiune ce se găsesc în imediata apropiere a brațelor verticale. Pentru ca la capătul secțiunilor de cablu coaxial conductorul central să fie bine izolat de cămașa metalică

exterioară, aceasta din urmă se îndepărtează pe o lungime de circa 20 mm, după care capetele se izolează contra umidității.

Pentru asigurarea unui cuplaj optim între elementul vibrator simetric și cablul de alimentare nesimetric, se folosește un balun pe miez de ferită toroidal, fie, în lipsa acestuia, un balun realizat pe o bară de ferită cu diametrul de 13 mm și lungimea de 75 mm. Pe această bară de ferită se bobinează o înfășurare bifilară avînd nouă spire din conductor de cupru emailat cu diametrul de 1,6—2 mm. Unul din bobinaje se conectează la vibrator, iar celălalt la cablul coaxial de alimentare cu impedanța caracteristică 52—75 ohmi. Transformatorul balun se fixează în imediata apropiere a capetelor vibratorului și se izolează de mediul exterior într-o carcasă de material plastic prevătuză cu o bucșe de cablu coaxial.

Acordul antenei. Dacă elementele antenei se realizează exact după indicațiile date, nu mai sînt necesare decît acorduri fine. Metoda folosită este următoarea.

Elementul quad gata confecționat se așază orizontal față de sol, pe treapta superioară a unei scări de lemn de circa 1,5 m înălțime, astfel încît toate elementele antenei să fie ușor manevrate.

Pentru reglajele fine ale elementelor antenei vom folosi un grid-dip-metru prevăzut cu frecvențele de rezonanță indicate pentru elementele antenei și pe care îl vom verifica cu mare atenție și cu receptorul de trafic acordat pe aceleași frecvențe.

Vom ține seama de capacitățile suplimentare ale elementului antenei așezat la numai 1,5 m de sol și care în momentul ridicării definitive a antenei dispar, și vom scădea din frecvențele indicate un procent de circa 3%.

Cu ajutorul grid-dip-metrului ce se cuplează în semicercurile buclelor în potcoavă stabilim frecvențele de rezonanță existente. Pentru fiecare buclă vom avea trei frecvențe de rezonanță, și anume, una ce nu se găsește pe frecvențele de lucru și alte două identice sau asemănătoare frecvențelor de lucru (tabelul 19).

TABELUL 19

Elementul	Frecvența de rezonanță în MHz	
	Bucla lungă	Bucla scurtă
Vibrator	L.3 14,15 18,00 21,3	L.4 21,3 28,6 31,0
Reflector	L.1 13,43 15,8 20,2	L.2 20,2 26,9 27,3

Frecvența medie de lucru (banda 21 MHz) se află atît la buclele lungi, cît și la cele scurte, frecvența aferentă benzii de 28 MHz se află numai la buclele scurte, iar cea aferentă benzii de 14 MHz, numai la cele lungi. Pentru reglajul pe frecvențele de rezonanță optimă indicate pentru vibrator și reflector, se modifică:

— pentru banda de 14 MHz — lungimea conductorului de la buclele lungi sau lungimea conductorului întins pe laturile quadului;

— pentru banda de 21 MHz — condensatorul buclei lungi sau lungimea conductorului de la bucla mică;

— pentru banda de 28 MHz — condensatorul buclei mici.

Un exemplu: dacă frecvența de lucru trebuie să fie de 14,25 MHz, iar rezonanța se constată a fi 14 MHz, se impune scurtarea conductorului întins sau reducerea inductanței buclei potcoavă.

Această din urmă operație se face puțin cîte puțin, îndoind cîte 5 cm din conductorul de la capetele rotunjite, astfel încît conductorul buclei se scurtează mecanic.

La modificarea capacităților se va avea în vedere că la rezonanța în banda de 28 MHz reducerea capacității cu 2 pF poate provoca o creștere a frecvenței cu circa 500 MHz, iar pentru celelalte benzi de frecvență mai joasă, 21 și 14 MHz, este corespunzător mai redusă. Capacitatea bucăților de cablu coaxial se reduce împingînd cămașa metalică exterioară cu circa 1 cm înapoi.

Compensarea va începe cu banda de 14 MHz, continuă cu banda de 21 MHz și se încheie cu banda de 28 MHz.

Pentru acordarea vibratorului, respectiv elementului alimentat, este foarte indicată folosirea unui reflectometru, deoarece rezonanțele acestui element se află întotdeauna pe frecvențele la care raportul undelor reflectate (SWR) este cel mai mic.

Elementul reflector se aduce în același mod pe frecvențele de rezonanță indicate.

Eficacitatea antenei poate fi mărită prin adăugarea unui element suplimentar director realizat cu celelalte două și avînd frecvențele de rezonanță cu circa 5% mai mari decît ale vibratorului.

Un reglaj final de finețe se mai poate face, dacă acesta este posibil după montarea și ridicarea definitivă a antenei.

În acest caz, alimentînd antena cu emițătorul în funcție, se determină cu reflectometrul frecvențele pentru care coeficientul de unde reflectate este cel mai mic și care coincid cu frecvențele de rezonanță ale antenei. În cazul cînd aceste frecvențe prezintă abateri de la cele dorite, vom reface acordul fin, folosind de această

dată un măsurător de cîmp prevăzut cu o mică antenă dipol și așezat la distanță de antenă (100—300 m). Racordarea fină se va face acționînd numai asupra elementului reflector, pînă se obțin frecvențele de rezonanță dorite.

Raportul de unde reflectate ale antenei reglate este sub 1,5 : 1 pe toate benzile, putînd ajunge la capetele unor benzi pînă la 1,8 : 1.

Cîștigul antenei este de circa 6 dB pe toate cele trei benzi și, datorită unghiului de radiație optim și a influenței mai mici a solului asupra antenei, rezultatele obținute în trafic sînt uneori superioare antenei Yagi cu trei elemente.

Față de rezultatele ce se obțin și construcția sa relativ simplă, antena quad pentru trei benzi construită de VK2AOU se recomandă în suficientă măsură pentru traficul de radioamatori.

Antena buclă-delta (delta-loop)

Reține atenția radioamatorilor ca una din antenele direcționale de mare eficacitate, întrunind toate avantajele antenei quad, fără a avea fragilitatea și sistemul complicat de susținere ale acesteia. Concepută și realizată pentru prima oară de radioamatorul K8AVN, antena are forma asemănătoare cu ramurile unui arbore și prezintă o rezistență deosebită la vînt și intemperii. Pătratul obișnuit la quad este aici înlocuit cu un triunghi în plan vertical, ale cărui laturi însumează o lungime egală cu lungimea de undă pe care lucrează.

În fig. 236 este prezentat elementul radiant al antenei, precum și sistemul de adaptare a cablului coaxial de alimentare la antenă.

Triunghiul este format din două țevi de duraluminiu fixate într-un suport central, constituit tot dintr-o țeavă de duraluminiu de diametru mai mare, și conectate între ele la partea superioară printr-un conductor de cupru de 2—3 mm diametru. Lungimea antenei este superioară în practică lungimii de undă (λ), cele două brațe formate din țeavă avînd mai mult de λ/3, iar conductorul de cupru, care ține puțin în tensiune cele două țevi, ceva mai scurt decît λ/3.

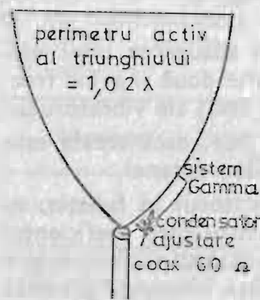


FIG. 236

Suportul central al antenei, care susține atît elementul radiant cît și elementul reflector, fiind conectat în punctele cu tensiune zero, poate fi legat la pămînt

și în felul acesta întregul ansamblu este pus la pămînt din punct de vedere electric. În plus, acest sistem de conectare permite folosirea optimă a sistemului de adaptare tip „gamma" între antenă și cablul coaxial de alimentare cu impedanța caracteristică de 52—75 ohmi.

Dimensiunile elementului radiant se obțin din formula $L[metri] = \frac{305,6}{F(MHz)}$, iar ale elementului reflector, $L[metri] = \frac{313,2}{F(MHz)}$, respectiv cu 3% mai mari decît ale radiantului. În cazul în care folosim un element director, lungimea lui va fi mai mică cu 3% decît a radiantului. În fig. 237 sînt indicate dimensiunile unei antene pentru banda de 28—29 MHz compusă din radiant și reflector.

În experimentările făcute, utilizînd un cablu coaxial cu impedanța de 52 ohmi și o adaptare corectă prin reglarea corespunzătoare a sistemului „gamma", s-a obținut un coeficient de unde reflectate foarte bun, cuprins între 1 și 1,02 pentru întreaga bandă 28—29,7 MHz. Distanța între elementul radiant și reflector poate fi cuprinsă între 0,17—0,2 λ. Cele indicate sînt valabile și pentru celelalte benzi de radioamatori.

Privind rezultatele antenei, radioamatorul K8AVN, cît și alți radioamatori care au construit-o, confirmă performanțe egale sau mai bune decît ale antenei quad.

Detalii de construcție. În fig. 238 se arată cum se montează fiecare din cele două tuburi ale triunghiului antenei pe suportul central, astfel încît să formeze între ele un unghi de 75°.

Tuburile de duraluminiu sînt introduse prin tubul reprezentînd suportul central, astfel încît să depășească puțin marginea acestuia, în această porțiune perforîndu-se un orificiu în care se introduce o pană de blocare. De cealaltă parte folosim un colier ce se strînge pe țeavă și o fixează de asemenea de suport.

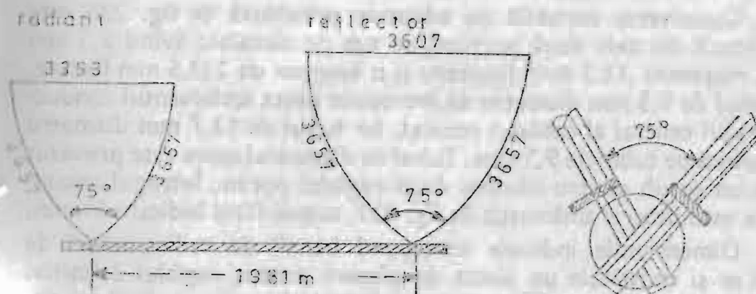


FIG. 237 FIG. 238

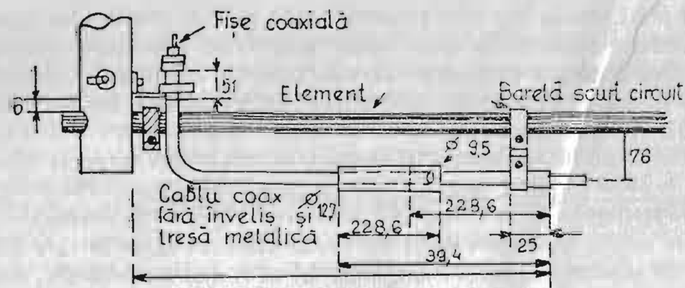


FIG. 239

Putem înfășura strîns un conductor de cupru în jurul țevilor și a suportului central, pentru a asigura un bun contact electric între elemente.

La capetele superioare ale țevilor de aluminiu folosim de asemenea coliere pentru fixarea conductorului orizontal de cupru ce închide triunghiul.

În fig. 239 sînt date detaliile privind sistemul de adaptare „gamma". El este format din conductorul central al unei bucăți de cablu coaxial cu impedanța 52 ohmi, acoperit de materialul izolant (fără cămașa metalică și izolamentul exterior), introdus în doi cilindri telescopici din țeavă de aluminiu. Izolamentul exterior și cămașa metalică sînt îndepărtate pe o lungime de 1,32 m.

În capătul acestui segment de cablu se lasă o porțiune de circa 50 mm lungime, unde se îndepărtează numai izolamentul exterior, rămînînd în schimb cămașa metalică a cablului, iar la capătul terminus al acestei porțiuni fixăm o fișă coaxială de contact. Această porțiune este conectată electric la masa suportului central cu ajutorul unui colier ce strînge cămașa metalică și al unui colțar.

Capacitatea variabilă de adaptare prevăzută în fig. 236 este formată din cele două porțiuni de tub de aluminiu avînd 9,5 mm și, respectiv ,12,7 mm diametru și o lungime de 228,6 mm fiecare. Tubul de 9,5 mm diametru se introduce peste izolamentul conductorului central al cablului coaxial, iar tubul de 12,7 mm diametru alunecă pe tubul de 9,5 mm. Tubul cu diametrul mare este prevăzut cu un șurub pentru blocare după reglajul optim. Întregul ansamblu este descris amănunțit în fig. 239, cotele fiind indicate în mm.

Dimensiunile indicate corespund benzii de radioamatori de 10 m și constituie un punct de plecare pentru reglajul definitiv. Pentru a evita erorile ce ar putea fi introduse de neadaptarea cablului coaxial, este bine ca măsurătorul de unde staționare să fie plasat prin fișa coaxială prevăzută între antenă și cablul de alimentare.

Se așază bareta de scurtcircuit la distanțele prevăzute și se deplasează prin alunecare tubul de 12,7 mm pe cel cu diametrul 9,5 mm, pînă obținem un coeficient de unde reflectate cît mai apropiat de 1.

Dacă nu obținem un coeficient mic, deplasăm bareta de scurtcircuit la dreapta și la stînga cu cîte 25 mm și modificăm de fiecare dată poziția tubului de 12,7 mm, pînă obținem cel mai mic coeficient de unde reflectate. În general, poziția optimă nu este critică și, odată obținută, asigură o bună adaptare în toată banda. Apoi se conectează cablul direct în antenă, care este gata de a fi montată în poziția de lucru.

Antena are o curbă plată în toată banda de 10 m. De exemplu, antena descrisă a fost acordată și reglată pe 28,8 MHz și prezintă în toată banda de la 28 MHz pînă la 29,7 MHz un coeficient de unde reflectate de la 1 la 1,02, utilizînd un cablu coaxial de 52 ohmi impedanță.

Tuburile de duraluminiu au diametrul de circa 20 mm pentru banda de 10 m și de 30 mm pentru benzile de 15 și 20 m. Dimensiunile pentru sistemul de adaptare „gamma" sînt cu 1,5 ori și, respectiv, 2 ori mai mari în cazul benzilor de 15 m și, respectiv, 20 m.

Rezistența mecanică deosebită a antenei, ușurința construcției și cîștigul de cîmp egal cu al antenei quad recomandă în suficientă măsură folosirea ei.

Antene pentru benzile de unde ultrascurte

În domeniul undelor ultrascurte pentru traficul de radioamatori interesează benzile de 144—146 MHz și 430—440 MHz. În acest capitol se prezintă diferite tipuri de antene pentru aceste benzi de radioamatori, detalii de dimensionare electrică a acestora, criterii de construcție, amplasarea și reglajul lor.

A) Antene pentru banda de 144—146 MHz

Antena cu trei elemente pentru banda de 144 MHz

Prezentată în fig. 240 a, dă un cîștig de cîmp de 6—7 dB și are o rezistență de intrare de 240 ohmi. Dimensiunile indicate corespund benzii de 144 MHz.

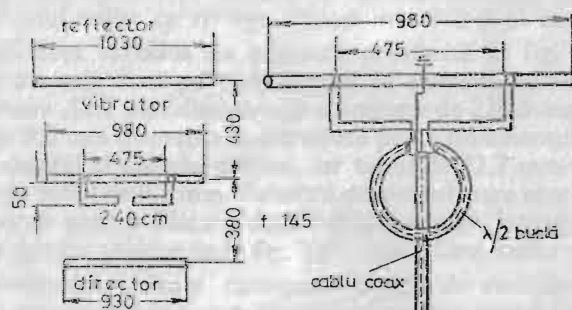


FIG. 240

Antena poate fi realizată pentru orice altă frecvență din gama ultrascurte, inclusiv banda de 432 MHz, folosind următoarele formule:

$$\text{Lungimea reflectorului} = \frac{149\,400}{f(\text{MHz})}$$

$$\text{Distanța vibrator-reflector} = \frac{62\,500}{f(\text{MHz})}$$

$$\text{Lungimea vibratorului} = \frac{142\,000}{f(\text{MHz})}$$

$$\text{Distanța vibrator-director} = \frac{55\,000}{f(\text{MHz})}$$

$$\text{Lungimea directorului} = \frac{135\,000}{f(\text{MHz})}$$

$$\text{Lungimea adaptării în T} = \frac{68\,000}{f(\text{MHz})}$$

Antena realizată după aceste calcule are diametrul țevii din care se confecționează elementele de 12 mm, montată pe o traversă metalică cu diametrul 20 mm.

Dacă vom folosi pentru construcția elementelor antenei țeavă de diametru mai mare sau dacă traversa este de lemn, toate elementele antenei vor trebui puțin scurtate. În cazul folosirii ca traversă a unei țevi metalice cu diametru mai mare, vom mări puțin lungimea elementelor antenei. În fig. 240 b este arătată adaptarea cablului coaxial asimetric cu impedanța de 60 ohmi la antenă prin bucla de 630 mm lungime (λ/2 corectată cu coeficientul de scurtare).

Antena cu nouă elemente pentru banda de 144 MHz

Prezintă un cîștig de cîmp apreciabil, de 10—11 dB, o diagramă de radiație îngustă în plan orizontal. Banda de trecere a antenei este suficient de mare ca să permită lucrul în toată gama 144—146 MHz fără o reducere sensibilă a directivității și a cîștigului de cîmp.

Este prezentată în fig. 241, împreună cu dimensiunile elementelor corespunzînd benzii de 144 MHz.

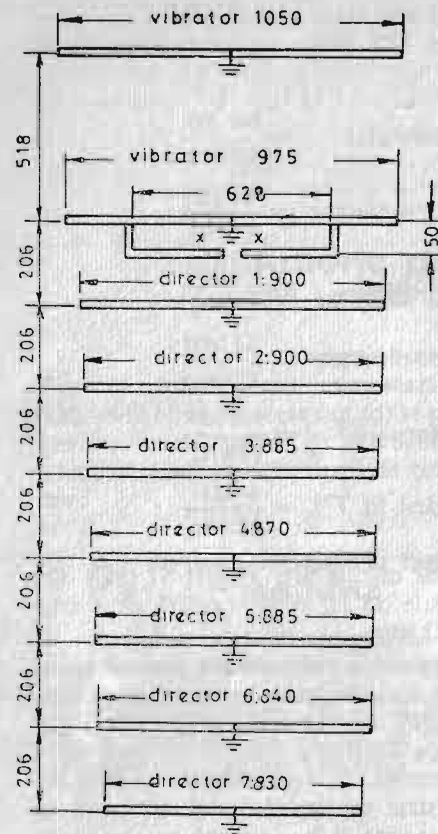


FIG. 241

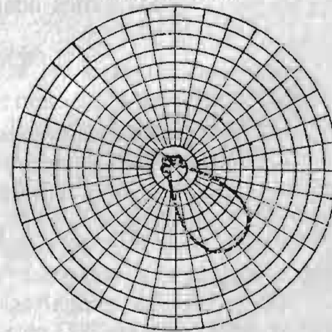


FIG. 242

Antena poate fi realizată și pentru banda de 432 MHz, folosind următoarele formule:

Lungimea reflectorului $= \frac{152\,500}{f(MHz)}$

Lungimea vibratorului $= \frac{141\,600}{f(MHz)}$

Lungimea primului director $= \frac{132\,100}{f(MHz)}$

Lungimea celui de al 2-lea director $= \frac{130\,700}{f(MHz)}$

Lungimea celui de al 3-lea director $= \frac{128\,500}{f(MHz)}$

Lungimea celui de al 4-lea director $= \frac{126\,300}{f(MHz)}$

Lungimea celui de al 5-lea director $= \frac{124\,200}{f(MHz)}$

Lungimea celui de al 6-lea director $= \frac{122\,200}{f(MHz)}$

Lungimea celui de al 7-lea director $= \frac{120\,500}{f(MHz)}$

Distanța vibrator-reflector $= \frac{75\,000}{f(MHz)}$

Distanța vibrator-director și între directori $= \frac{30\,000}{f(MHz)}$

Dimensiunea interioară a schemei de adaptare în T $= \frac{1\,200}{f(MHz)}$

Diagrama de radiație a antenei în plan orizontal este egală cu aproximativ 40° (fig. 242).

Antena cu 13 elemente pentru banda de 144 MHz, cu distanță mare între elemente

Antena prezentată are un cîștig de cîmp de circa 16 dB, ca urmare a distanței majorate dintre elemente, iar frecvența de rezonanță în jurul frecvenței de 145,5 MHz. Diametrul elementului transversal purtător al antenei este de 35 mm, iar lungimea sa de 7,2 m.

Elementul radiant — vibratorul — este alimentat de un cablu coaxial folosind schema de adaptare în T, similară cu cea folosită la variantele anterioare. Antena lucrează cu un coeficient de unde staționare bun în toată gama 144—146 MHz.

Dimensiunile elementelor antenei, în mm: reflector — 1 044,5; vibrator — 993,0; primul director — 950,0; al 2-lea director — 946,0; al 3-lea — 943,0; al 4-lea — 936,5; al 5-lea — 930,5; al 6-lea — 924,0; al 7-lea — 918,0; al 8-lea — 911,0; al 9-lea — 905,0; al 10-lea — 895,5; al 11-lea — 892,0.

Distanțele dintre elemente (în mm): vibrator-reflector, 508; vibrator-primul director, 178; primul director—al 2-lea director, 190; al 2-lea director—al 3-lea director, 191; al 3-lea director—al 4-lea ,406; al 4-lea director—al 5-lea director, 813; între ceilalți directori, 813.

Antena cu 24 elemente realizată de radioamatorul DJØOB

Antena, realizată pentru prima oară de radioamatorul german DJØOB, are lungimea de aproape 16 m și un cîștig de cîmp de circa 18 dB. Așa cum se vede din fig. 243, elementele antenei se montează pe două fire de perlon avînd grosimea de 1,5 mm, întinse pe două șipci de lemn prinse de două catarge portante.

Directoarele și reflectoarele se realizează din țeavă metalică ușoară sau din vergele de duraluminiu cu diametrul 3 mm și se fixează pe cele două fire de perlon cu ajutorul ației de perlon. Eventual, țevile metalice se pot perfora, realizînd orificii de 1,8 mm, prin care trec cele două fire de perlon.

Vibratorul radiant este un dipol repliat format din două conductoare de diametre diferite. Porțiunea de deasupra a dipolului se realizează din țeavă de cupru sau aluminiu cu diametrul 8 mm și lungimea de 998 mm. Partea inferioară a dipolului repliat, așezată la 60 mm distanță de partea superioară, este mai subțire și se confecționează din conductor de 2 mm diametru.

Realizarea porțiunii superioare a dipolului repliat, cu un diametru de 4 ori mai mare decît cea inferioară, duce la creșterea rezistenței de intrare a dipolului la bornele de alimentare de 6,3 ori, iar rezistența de intrare a antenei cu 24 elemente devine circa 38 ohmi, deci permite alimentarea prin cablu coaxial de 50 ohmi.

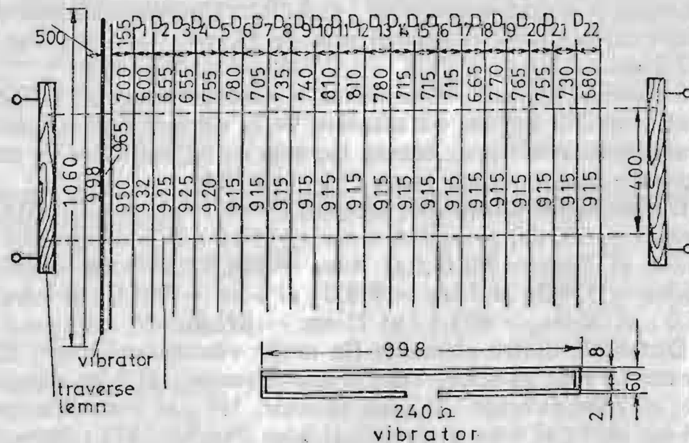


FIG. 243

Dimensiunile elementelor antenei și distanțele dintre ele sînt indicate în figură. Catargele pe care se fixează antena este recomandabil să fie confecționate din lemn și astfel așezate, încît să se favorizeze direcția dorită pentru radiația antenei.

Dacă dimensinuile locului de amplasare a antenei nu permit montarea ei, putem reduce corespunzător numărul elementelor directoare.

Antena cu două etaje și 12 elemente (cîte 6 în fiecare etaj)

Este prezentată în fig. 244 și a fost realizată de radioamatorul OH3EW.

Partea originală a antenei o constituie vibratorul în forma unui dreptunghi, descris în detaliu, împreună cu sistemul de alimentare, în fig. 245 a și b. Acesta are perimetrul total de 3,048 m, ceea ce reprezintă pentru banda de 144 MHz 1,5 λ, respectiv fiecare jumătate a dreptunghiului reprezentînd 0,75 λ. Excitația vibratorului se face prin intermediul unei linii în formă de Y (fig. 245 b), la care fiecare din ramuri are lungimea de 285 mm.

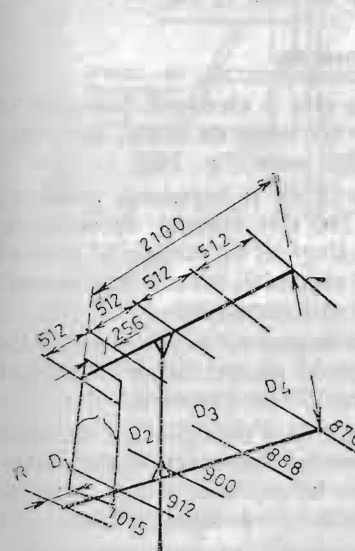


FIG. 244

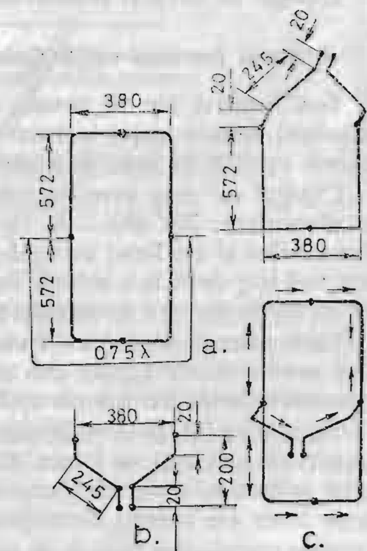


FIG. 245

Examinînd separat partea de sus şi de jos a dreptunghiului, vedem că fiecare din ele formează împreună cu linia în Y cîte un pătrat cu lungimea totală λ (fig. 245 c). Sensul curenţiior în vibrator este indicat în figură şi se observă că toate conductoarele orizontale, atît cele ale dreptunghiului, cît şi linia de alimentare în Y, sînt excitate în fază, radiaţia făcîndu-se deci în trei planuri.

Distanţa dintre cele două etaje, de 1 144 mm, depăşeşte puţin λ/2. Dimensiunile elementelor antenei şi distanţa dintre ele sînt redate în fig. 244, inclusiv traversele pe care se montează, iar ale vibratorului şi liniei de alimentare, în fig. 245 a, b, c.

Vibratorul şi linia de alimentare se realizează din vergele sau ţeavă de 8 mm diametru, iar elementele pasive (directoare şi reflectoare) din vergele de aluminiu de 5 mm diametru. Traversele purtătoare sînt din bară de aluminiu în formă de U, cu diametrul 20 × 20 × 2 mm.

Diametrele indicate pentru vibrator şi elementele pasive nu sînt critice, putînd oscila cu ±20%.

Rezistenţa de radiaţie este de circa 70 ohmi, ceea ce permite alimentarea directă printr-un cablu coaxial cu impedanţa de 75 ohmi, fiind însă necesar un dispozitiv de simetrizare.

Cîştigul de cîmp al antenei este de circa 13 dB.

Antena perdea cu 20 elemente

Este formată din 10 antene cu cîte 2 elemente (vibrator şi reflector) aşezate etajat la distanţa λ/2 unele de altele, iar vibratoarele cuplate în fază, la impedanţă mare (fig. 246).

Cîştigul de cîmp este de circa 17 dB şi impedanţa generală, de alimentare, 300 ohmi. În fig. 246 sînt indicate dimensiunile elementelor şi ale liniei de cuplaj. Unghiul de radiaţie al antenei este mai larg decît la o antenă Yagi obişnuită, ceea ce este avantajos în trafic, dar are o construcţie mai complicată.

Toate elementele trebuie izolate în punctul lor de fixare, folosind pentru fixare tuburi din material plastic. Suportul central este confecţionat din tub de oţel de 35 mm diametru.

Toate elementele se realizează din bară triunghiulară sau conductor din aluminiu de 4 mm diametru. Reflectoarele sînt fixate puţin asimetric, astfel încît capetele lor să nu se atingă, păstrîndu-se între ele aceeaşi distanţă ca între vibratoare (7 cm).

Vibratoarele sînt filetate la capetele din interior (dinspre linia de alimentare) pe distanţa de 10—15 mm.

0,25
0,18
7cm
Reflector L=103 cm
7 cm
Element activ L = 99 cm
104 cm
49,5 cm
A B
48cm
52 cm
Piesa de racordare
Tub din plastic ranforsat
Piesa de fixare pe suport
Tub de oţel ⌀ 35

FIG. 246

Linia de alimentare este astfel aşezată, încît să păstreze paralelismul indicat şi se încrucişează în aşa fel încît să nu se atingă. În punctele de contact cu vibratoarele, conductorul sau bara din care s-a confecţionat linia se aplatizează cu ciocanul, şi în această porţiune se fac orificii în care se înfiletează capătul vibratorului.

Linia poate fi realizată şi din conductor din cupru de 1,5—2 mm diametru, la care cositorim în dreptul vibratoarelor piuliţe metalice, în care acestea se înfiletează.

Alimentarea antenei în punctele A—B se face fie printr-o linie de 300 Ω, fie prin dispozitivul balun de simetrizare ; are un raport

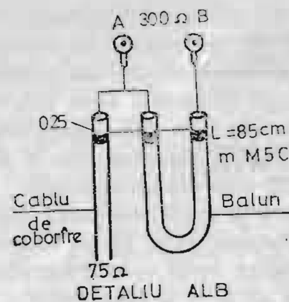


FIG. 247

de impedanță 1/4 și este prezentată în fig. 247.

Antena se utilizează cu succes în toate cazurile în care avem nevoie de un unghi mare de deschidere. Cu două antene de acest fel, cuplate, se pot acoperi 180°, fără a mișca antenele.

Antenă dipol cu reflector diedru

Este compusă dintr-un dipol așezat în planul bisectoarei unui reflector diedru. Acest reflector este format din tije subțiri de metal, distanțate cu 0,06—0,10 λ, lungi de 0,6 λ și menținute distanțat prin fixarea pe traversa de susținere (fig. 248).

Reflectorul ar putea fi realizat ușor și din tablă îndoită, dar la primul vînt mai violent antena ar fi distrusă, astfel încît soluția nu este practică.

Marginile diedrului vor avea lungimea minimum 2 λ, pentru a asigura un cîștig de cîmp maxim. Pentru lungimea 2 λ și un unghi de 60° vom obține un cîștig de 12 dB. Scăderea lungimii reduce acest cîștig la 10 dB.

Rezistența de radiație a dipolului variază cu unghiul de deschidere al diedrului și cu distanța dintre dipol și vîrful diedrului.

Curbele din fig. 249 dau valoarea acestei rezistențe pentru diferite unghiuri ale diedrului. Pentru unghiul de 180°, corespunzînd unui reflector plan, rezistența de radiație variază ca și în cazul unei antene orizontale a cărei distanță față de sol se schimbă.

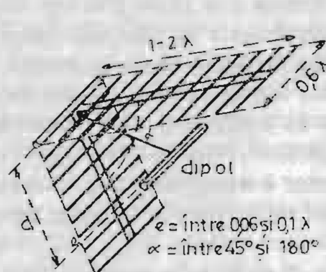


FIG. 248

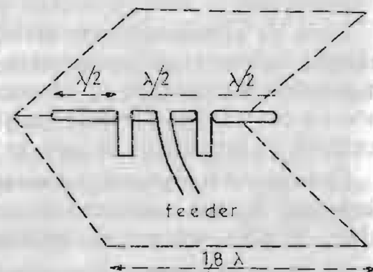


FIG. 249

Se observă că pe măsură ce unghiul diedru este mai mic, rezistența de radiație scade și, din contră, crește pe măsură ce depărtăm dipolul.

Pentru adaptarea dipolului la un cablu coaxial de 75 ohmi putem utiliza o distanță dipol-reflector egală cu λ/4 sau λ/2, cu un reflector plan (unghi 180°), sau o distanță de 0,35 λ, pentru un unghi diedru de 90°, sau o distanță de λ/2, pentru un unghi de 60°.

Putem lua în considerare folosirea unui radiant format din 2 sau 3 semiunde în fază (fig. 249) în loc de un dipol λ/2 și cîștigul a cîtiva dB în plus, mărind rezistența de radiație și alimentarea prin cablu de 75 ohmi, utilizînd un unghi diedru mic.

După cele indicate în fig. 250, cîștigul maxim se obține cu un unghi diedru de 45° și o distanță dipol-vîrful diedrului cuprinsă între 0,4 și 0,5 λ ; această din urmă distanță dă o rezistență de radiație de 18 ohmi. Putem crește rezistența de radiație la circa 75 ohmi, utilizînd în loc de dipol simplu un dipol repliat cu impedanța de 4 ori mai mare. În acest fel alimentarea se poate face printr-un cablu de 75 ohmi impedanță, cu un dispozitiv de simetrizare.

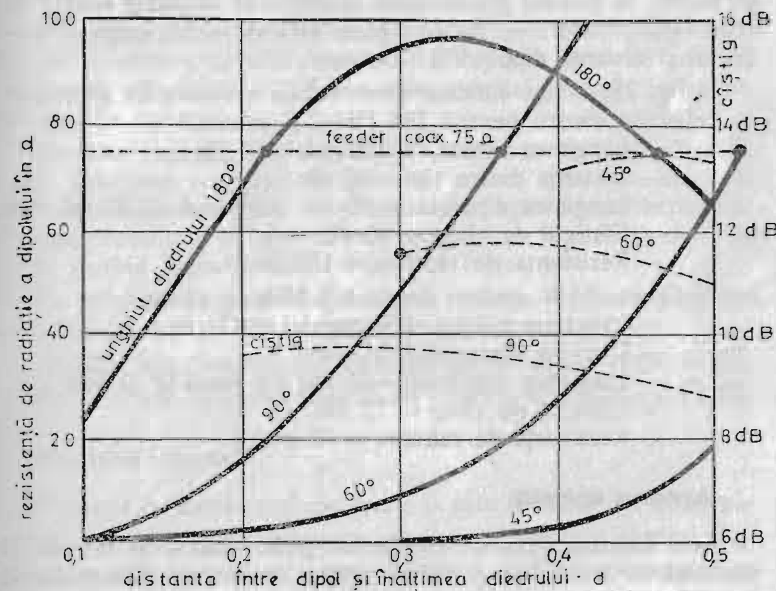


FIG. 250

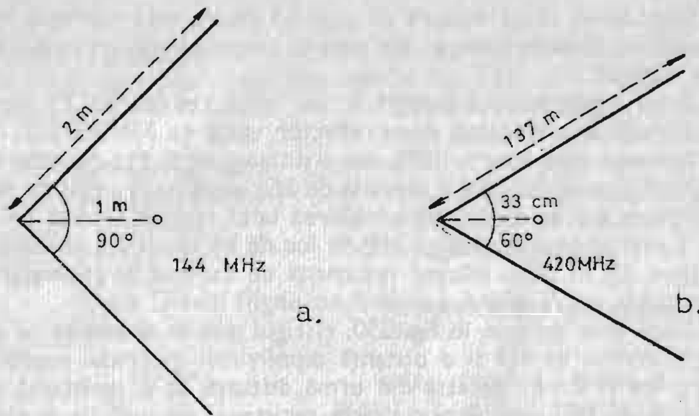


FIG. 251

Utilizarea unui reflector parabolic în locul unui reflector diedru complică realizarea reflectorului, fără a crește apreciabil cîștigul. Pe de altă parte, dipolul trebuind să se găsească în focarul parabolei, se elimină posibilitatea adaptării ce se poate realiza cu reflectorul diedru, cu cei doi parametri variabili : unghiul diedrului și distanța dipol-vîrful diedrului.

În fig. 251 a sînt indicate dimensiunile elementelor antenelor cu reflector diedru pentru 144 MHz, și anume :

— Lungimea tijelor reflectorului = 1,20 m
— Distanța dintre tije = 12 cm
— Lungimea dipolului = 95 cm din țeavă Ø 20—30 mm
— Cîștigul de cîmp = 10 dB
— Rezistența de radiație = 150 ohmi,

iar în figura 251 b, pentru banda 420 MHz, și anume :

— Lungimea tijelor reflectorului = 42 cm
— Distanța dintre tije = 7 cm
— Lungimea dipolului = 65 cm din țeavă Ø 20 mm
— Cîștigul de cîmp = 12 dB
— Rezistența de radiație = 70 ohmi.

Antena spirală

Este formată dintr-un conductor gros, răsucit în spirală, și seamănă cu bobina unui radioemițător de putere. Dimensiunile sale sînt determinate de frecvența de lucru.

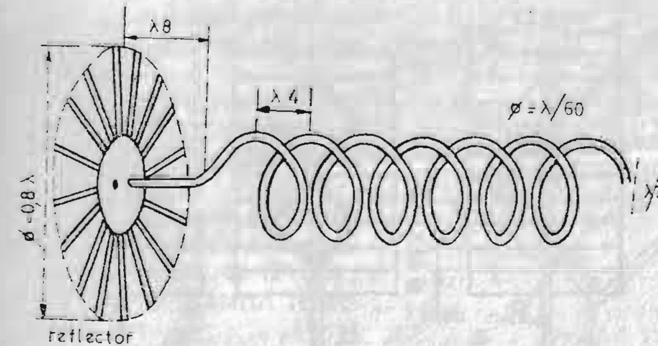


FIG. 252

Diametrul spirelor se ia egal cu $\lambda/3$, iar pasul bobinajului (spiralei) este egal cu $\lambda/4$, lungimea depinzînd de numărul de spire. Antena prezintă următoarele particularități : funcționează pe frecvențe ce pot fi cu pînă la 20% mai mari sau mai mici decît frecvența pentru care este calculată, avînd deci o bandă largă de lucru și dimensiuni necritice.

Pe de altă parte, această antenă emite unde electromagnetice fără o polarizare definită, care pot fi captate de orice antenă, indiferent de poziția ei într-un plan vertical, perpendicular pe direcția de radiație.

Permite recepția atît a undelor polarizate vertical, cît și a celor polarizate orizontal. În general, antena spirală se așază în fața unui reflector plan, obținînd o radiație omnidirecțională. Antena prezentată în fig. 252 este calculată pe frecvența de 180 MHz, putînd lucra în banda 144—225 MHz.

Pe 144 MHz lărgimea diagramei de radiație pentru o atenuare pînă la 6 dB este de 60° și cîștigul antenei circa 11 dB.

Pe 180 MHz, lărgimea fasciculului este de 50° și cîștigul 13 dB.

Pe 220 MHz, lărgimea fasciculului este de 40° și cîștigul 15 dB.

Antena „zigzag"

Prezintă o bandă largă de lucru și este formată din două pătrate, amplasate unul deasupra celuilalt, alimentate central (fig. 253 a) și excitate sinfazic. Antena radiază unde electromagnetice polarizate orizontal.

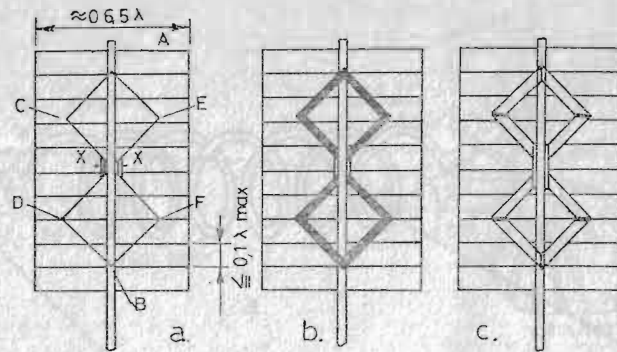


FIG. 253

Lungimea laturii fiecărui pătrat este egală cu λ/4, lungimea totală fiind de aproximativ 2 λ. În cazul cînd antena se folosește pentru o bandă restrînsă, 4—5 MHz, cele două pătrate pot fi confecționate din conductor cu diametru suficient pentru a asigura stabilitatea mecanică a construcției. O construcție foarte stabilă se obține utilizînd bandă de tablă, ceea ce asigură și o lățime mare a benzii de lucru. Antena poate fi confecționată și din două conductoare paralele (fig. 253 c), pătratele exterioare corespunzînd frecvenței celei mai mici, iar pătratele interioare, frecvenței celei mai mari.

Conductoarele din vîrful pătratelor sînt conectate între ele prin stîlpul metalic de susținere, în punctele A și B. Punctele C, D, E și F, unde avem tensiuni maxime, vor trebui foarte bine izolate de suportul metalic. În punctele XX se racordează linia de alimentare. Reflectorul este format dintr-un grătar așezat la distanța de 0,12 λ de vibrator. Distanța nu este critică, putînd varia de la 0,1 λ pînă la 0,2 λ, afectînd însă rezistența de radiație a antenei.

Distanța dintre conductoarele ce formează grătarul reflectorului este de 0,05 λ, iar lățimea reflectorului, 0,65 λ. Lungimea reflectorului este ceva mai mare decît distanța dintre punctele A și B. Rezistența de radiație este circa 60 ohmi, alimentarea antenei putîndu-se face prin cablu coaxial de această impedanță, după schema din fig. 254. Se recomandă folosirea unui dispozitiv

de simetrizare. Dimensiunile antenei pentru banda de 144 MHz sînt următoarele:

Reflectorul: lățimea 130 cm, înălțimea 160 cm, distanța între conductorii reflectorului circa 10 cm.

Vibratorul: latura pătratului 53 cm (lungimea totală a conductorului antenei este de 424 cm); distanța pînă la grătarul reflectorului 30 cm.

Cîștigul de cîmp al antenei este 11—12 dB.

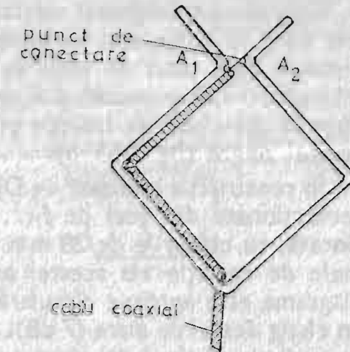


FIG. 254

Antena fluture

Este foarte utilă pentru recepționarea unui spectru larg de frecvențe în gama undelor ultrascurte, cu un cîștig bun, ce crește odată cu frecvența. Astfel, începînd cu frecvența de 50 MHz și mergînd către undele decimetrice, acest cîștig se mărește treptat. În fig. 255 a este prezentată antena cu toate dimensiunile de construcție.

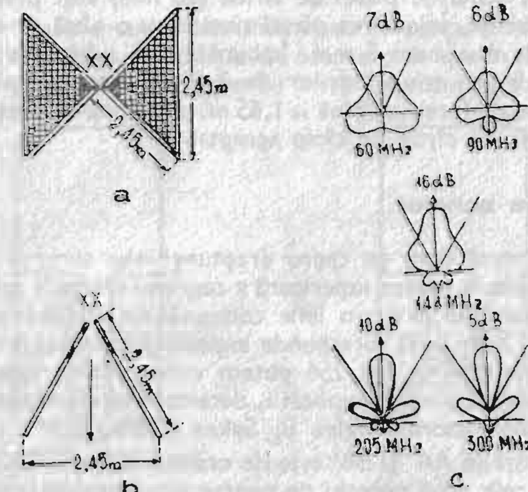


FIG. 255

Cele două triunghiuri echilaterale ce formează antena au laturile de 2,45 m fiecare, vîrfurile triunghiurilor fiind amplasate la distanță mică unul de altul în punctele XX. Planurile ambelor triunghiuri sînt amplasate sub un unghi de 60° unul față de celălalt, direcția principală de radiație și recepție corespunzînd bisectoarei acestui unghi (fig. 255 b).

În construcția realizată de DL1FQ ramele triunghiurilor au fost confecționate din țevi de fier, iar interiorul din plasă metalică zincată, cu ochiurile de 20 mm. În fig. 255 c sînt arătate diagramele de radiație ale acestei antene. La frecvența de 60 MHz, diagrama este aproape circulară, cu trei lobi principali, care dau un cîștig destul de mare (7 dB). La 90 MHz, pe direcțiile principale de radiație cîștigul de cîmp este 6 dB, iar diagrama prezintă și două minimuri pe direcția inversă. La această frecvență se poate conta pe o recepție satisfăcătoare pe un sector de 300°.

Pe banda de 144 MHz cîștigul de cîmp este apreciabil, circa 16 dB, iar lățimea lobului principal este încă destul de mare.

Mergînd către frecvențe mai mari, pînă la 300 MHz, deși teoretic ar trebui să avem o creștere a cîștigului de cîmp, practic se observă o stagnare a acestuia și chiar o ușoară scădere, ca urmare a folosirii plasei de sîrmă zincată, care la aceste frecvențe prezintă o rezistență sesizabilă și cresc pierderile prin efectul de suprafață.

În plus, ochiurile plasei de sîrmă (20 mm) sînt prea mari la aceste frecvențe. Înlocuirea plasei zincate cu o plasă de cupru, cu ochiurile de maximum 5 mm, îmbunătățește substanțial situația. Lungimea laturii triunghiurilor de 2,45 m este optimă, dar la nevoie ea poate fi redusă pînă la 1,65 m, păstrîndu-se pentru banda de 144 MHz un cîștig de cîmp acceptabil.

Antena schelet

Este formată dintr-un cadru dreptunghiular compus din două semiunde, una la partea superioară a cadrului și alta la partea inferioară, alimentate printr-o linie compusă din conductoare paralele, a cărei impedanță corespunde impedanței antenei între aceste două extremități. În fig. 256 putem vedea comportarea acestei antene conform acestor explicații, determinate efectiv de creatorul ei, radioamatorul englez B. Sykes (G2HCC).

Impedanța în AA' și BB' este de ordinul 500 ohmi, cînd lungimea între cele două perechi de puncte este aproximativ egală cu λ/2 și, pe de altă parte, raportul D/d (D = distanța între tuburi și d = diametrul tuburilor) este cel care corespunde acestei impedanțe.

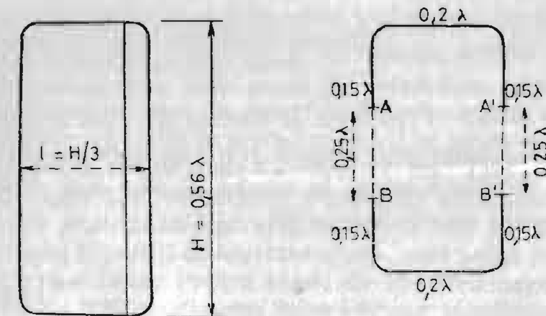


FIG. 256

Forma cadrului și diametrul tubului utilizat nu pot fi oarecare. Încercările făcute de autorul antenei au arătat că distanța cea mai favorabilă între partea orizontală a dipolilor repliați este de 0,56 λ ; atunci distanța optimă a celor 2 tuburi ce formează linia de cuplaj și extremitățile repliate ale antenei se apropie de 1/3 din lungime, deci 0,19 λ.

Fiecare dipol este deci constituit dintr-o parte orizontală, egală cu aproximativ 0,2 λ, și două părți verticale, de aproximativ 0,15 λ.

Pentru alimentarea cadrului, autorul propune sistemul din fig. 257, care folosește o linie de adaptare în λ/4, la care este racordată o linie de alimentare de joasă impedanță (cablu coaxial).

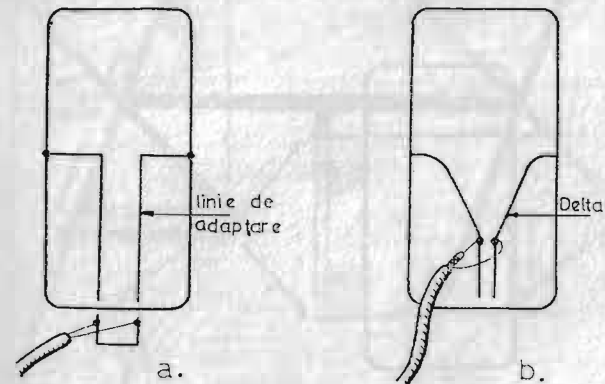


FIG. 257

Conectarea cablului se face în locul unde raportul de unde staționare este cel mai scăzut.

Adaptarea impedanței se poate face și printr-un dispozitiv delta (fig. 257 b), și reactanța la punctul de conectare a cablului coaxial de 75 ohmi este anulată printr-un segment de linie de 300 ohmi deschis la capăt. În tabelul 20 sînt date dimensiunile antenei pentru diferite frecvențe.

TABELUL 20

Gama de lucru MHz	Frecvența centrală MHz	Lungimea cadrului II cm	Lărgimea cadrului l cm	Diametrul optim al tubului mm	Diametrul minim al tubului mm
7—11,2	9,2	1 828	610	190	50
10,8—17,2	14	1 194	398	120	31
16,2—25,7	21	792	264	82	22
21,5—34,0	28	597	199	63	16
115—177	145	116	38,5	12,5	3
340—530	435	38,5	12,8	3	3

Avantajele acestui tip de antenă: simplicitatea construcției, banda de lucru largă, greutatea mică și insensibilitatea la influența obstacolelor apropiate. În general se utilizează și cu două reflectoare așezate în planul corespunzînd mijlocului părții repliate a fiecărui dipol, la o distanță de circa 0,3 λ de acesta (fig. 258).

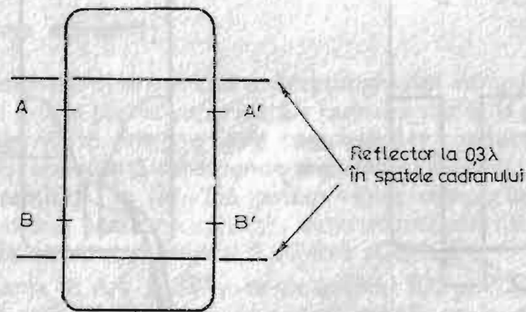


FIG. 258

Antena cubică (Cubical-quad) pentru banda de 144 MHz

Antena quad pe care am descris-o în amănunțime la capitolul anterior poate fi folosită cu același succes și în banda de 144 MHz. Ne vom opri la antena quad cu reflector (fig. 259). În practică, cele două cadre sînt de aceleași dimensiuni, elementul reflector fiind alungit printr-o linie paralelă scurtcircuitată la capăt. Prevăzînd un reglaj al punții de scurtcircuitare, vom putea preciza lungimea optimă a liniei. Pentru banda de 144 MHz perimetrul cadrului este de 2,10 m, distanța între vibrator și reflector 0,26 m, lungimea aproximativă a liniei suplimentare a reflectorului 0,10 m, distanța dintre conductoarele liniei 3 cm. După determinarea poziției optime a punții de scurtcircuitare a liniei, pentru un cîștig maxim de cîmp și un raport față-spate de circa 25 dB, aceasta se cositorește la conductoarele liniei, iar capetele de linie rămase se taie.

Alimentarea corectă trebuie făcută printr-o linie simetrică cu impedanța de 75 ohmi sau printr-un cablu coaxial de aceeași impedanță, dar folosind un dispozitiv de simetrizare. Conectarea

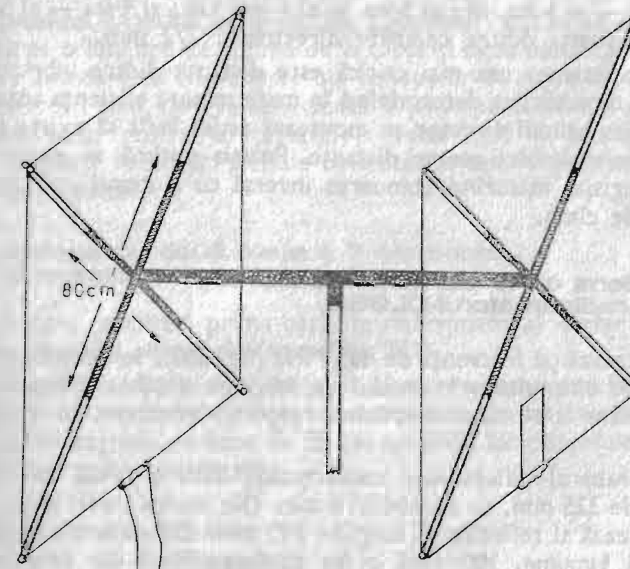


FIG. 259

cablului coaxial nesimetric fără dispozitiv face ca o parte destul de importantă din energie să fie radiată de cablu, cîştigul de cîmp se reduce, ca şi raportul faţă-spate.

B) Antene pentru banda de 430 MHz

Antena tip Yagi cu 13 elemente pentru frecvenţa 435 MHz

Are lungimea totală de circa 3,5 m şi coeficientul de amplificare de 15 dB. Dimensiunile elementelor antenei sînt următoarele : reflector 340 mm, toate directoarele 305 mm, vibratorul — un dipol repliat cu dimensiunea 325 mm, avînd partea superioară din conductor cu diametrul 3,25 mm, iar partea inferioară din conductor subţire de 0,8 mm diametru. Distanţa dintre partea superioară şi cea inferioară, 10 mm. Diametrul conductorului din care se realizează reflectorul şi directoarele, 2 mm. Traversa purtătoare a antenei se confecţionează din ţeavă cu diametrul 13 mm, avînd lungimea de 2,45 m.

Distanţele dintre elemente în mm : vibrator-reflector, 160 ; vibrator — primul director, 60 ; primul director — al 2-lea, 63 ; al 2-lea — al 3-lea, 64 ; al 3-lea — al 4-lea, 136 ; al 4-lea — al 5-lea, 272 ; distanţa dintre celelalte directoare, 272 mm.

Dimensiunea cea mai critică este distanţa dintre vibrator şi primul director, ea determinînd în mare măsură eficienţa antenei. De aceea primul director se montează astfel încît să existe posibilitatea schimbării acestei distanţe. Poziţia optimă se determină prin reglaje, măsurînd atenuarea inversă cu ajutorul unui măsurător de cîmp.

Antena cu 15 elemente, realizată de radioamatorul DLØSZ,

Lucrează pe frecvenţa de 435 MHz (fig. 260). Se deosebeşte de antenele obişnuite prin modul de adaptare a cablului coaxial de alimentare la vibratorul antenei, respectiv adaptarea în Y modificată.

Vibratorul-radiant este confecţionat dintr-o ţeavă de cupru lungă de 325 mm, cu diametrul 6 mm. Din acelaşi material se confecţionează şi reflectorul, lung de 340 mm. Directoarele au toate aceeaşi lungime, 300 mm, şi se confecţionează din vergele de duraluminiu cu diametrul 4 mm. Traversa purtătoare, avînd o

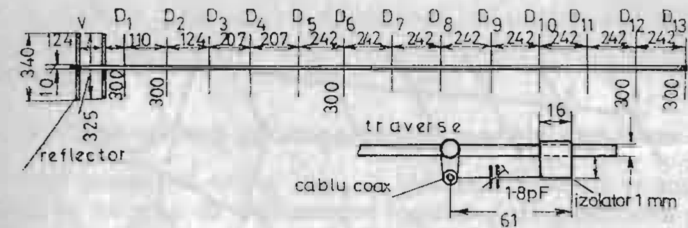


FIG. 260

lungime de aproape 3 m, se confecţionează din ţeavă de duraluminiu sau oţel, cu diametrul 10 mm, în care se perforează orificii pentru fixarea elementelor antenei. Toate celelalte dimensiuni sînt indicate în fig. 260.

Faţă de frecvenţa de 435 MHz lungimea antenei este de 4,35 λ şi coeficientul de amplificare 15,2 dB. Cablul coaxial de alimentare va avea impedanţa caracteristică de 52 sau 60 ohmi, deoarece în sistemul de adaptare este prevăzut un condensator a cărui capacitate poate varia de la 1 pînă la 8 pF, prin aceasta realizîndu-se adaptarea la cablul respectiv.

Învelişul exterior de protecţie a cablului coaxial se îndepărtează pe o lungime de 15 mm de la capăt şi masa metalică a cablului se înfăşoară cu cîteva spire din conductor de cupru argintat cu diametrul 1 mm, care se conectează la ţeava purtătoare a antenei. Conductorul central al cablului se racordează la condensator. Toate aceste racordări trebuie bine cositorite şi protejate contra acţiunii umezelii.

Antena cu două etaje a 7 elemente şi radiator schelet

Antena, realizată prima oară de radioamatorul englez G5DT, este destul de simplă şi eficace (fig. 261).

Este compusă din două etaje de elemente pasive asociate la un radiator de tip schelet. Cele două traverse se realizează obligatoriu din baghete de lemn de 85 cm lungime, iar distanţele dintre elemente sînt următoarele :

A = 133 mm	D = 127 mm
B = 127 mm	E = 121 mm
C = 127 mm	F = 184 mm

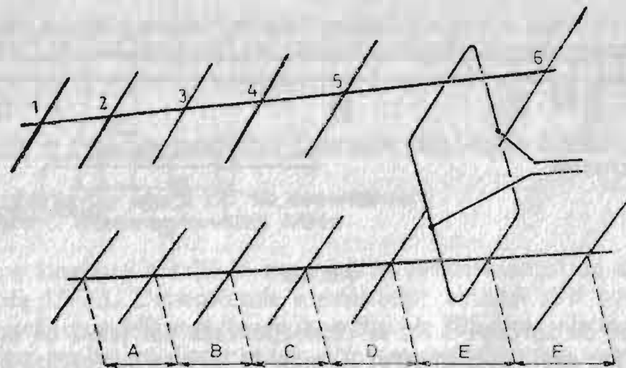


FIG. 261

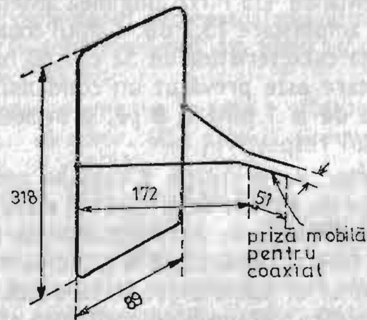


FIG. 262

Elementele se realizează din țeavă sau conductor de 3 mm diametru și au următoarele dimensiuni :

1 = 267 mm	4 = 279 mm
2 = 273 mm	5 = 286 mm
3 = 276 mm	6 = 355 mm

Radiantul schelet și sistemul de adaptare în delta sînt realizate din țeavă de cupru de 5 mm, cu dimensiunile din fig. 262. Cablul coaxial de 75 ohmi impedanță este conectat pe secțiunea scurtă de linie paralelă (51 mm), cu care se termină sistemul de adaptare în delta, în punctul în care coeficientul de unde staționare este cel mai redus.

Cîștigul de cîmp este de circa 13 dB, deci foarte bun față de simplitatea antenei, ceea ce o recomandă pentru traficul de radioamatori.

Antena cubică (Cubical-quad), pentru 435 MHz

Este prezentată în fig. 263 și a fost experimentată și pusă la punct de un grup de radioamatori francezi. Este interesantă prin cîștigul de cîmp substanțial (circa 10 dB) și prin dimensiunile sale reduse.

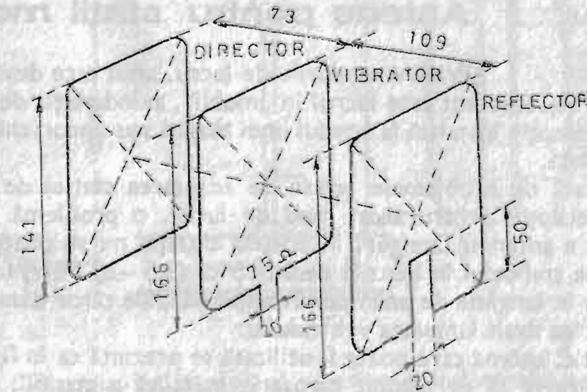


FIG. 263

Dimensiunile elementelor vibrator, reflector și director, precum și distanțele dintre ele sînt prezentate în figură. Elementele se realizează din conductor sau țeavă de cupru cu diametrul 3 mm. Linia de 50 mm a reflectorului se reglează pentru cel mai bun cîștig. Alimentarea se face prin cablu coaxial cu impedanța 75 ohmi, cuplat direct la vibrator, preferabil printr-un sistem de simetrizare.

Elementele antenei se prind pe un sistem de susținere din bambus sau lemn, compus din trei cruci prinse între ele printr-o traversă centrală (toate figurate punctat).

Antene pentru stații mobile

Printre modurile de lucru, unul care devine din ce în ce mai frecvent este lucrul în „mobil", avînd stația de radioemisie-recepție instalată la bordul unei mașini sau uneori chiar pe o motocicletă.

În afară de problemele legate de adaptarea stației de radioemisie-recepție pentru acest mod de lucru, o problemă dificilă este cea a antenei. Desigur, în această situație nu se poate pune problema traficului în benzile decametrice (3,5—28 MHz) folosind antenele în lungime de undă sau în semiundă, ale căror dimensiuni depășesc cu mult lungimea vehiculului.

Practic, antena care poate fi utilizată se prezintă ca în fig. 264, folosind ca priză de pămînt caroseria metalică a mașinii. Ca dimensiune fizică, antena este formată dintr-un baston metalic de circa 2,50 m, care permite lucrul în λ/4 în bandă de 28 MHz. O inductanță special dimensionată și dispusă electric în partea centrală a bastonului metalic permite lucrul și în celelalte benzi de radioamatori. Amplasarea centrală este avantajoasă dacă ținem seama de repartiția curentului și tensiunii de-a lungul bastonului metalic. Amplasarea iductanței de bază acolo unde curentul are intensitate maximă duce la pierderi suplimentare și la o creștere importantă a capacității parazite formată cu caroseria.

Ideal ar fi să dispunem de o importantă capacitate față de caroserie și de sol, ceea ce ar duce la reducerea valorii inductanței și, respectiv, a dimensiunilor sale fizice.

Antena se montează pe un suport izolant ceramic, care izolează baza antenei de caroseria mașinii.

Partea inferioară a antenei este un tub de duraluminiu cu diametrul 14 mm și lungimea 1,20 m. În vîrful acestui tub metalic se fixează inductanța centrală, care măsoară 133 mm lungime și



FIG. 264

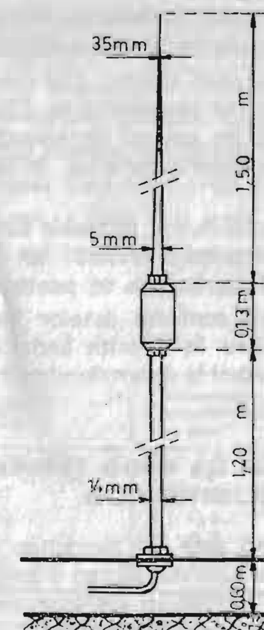


FIG. 265

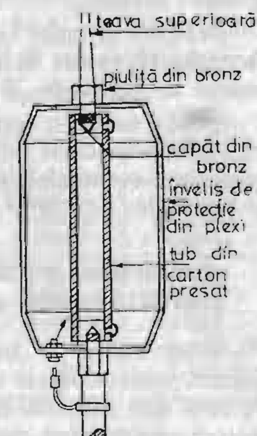


FIG. 266

70 mm diametru, iar în capătul superior al inductanței se fixează o tijă de duraluminiu avînd lungimea de 1,50 m. O vedere de ansamblu a antenei este prezentată în fig. 265.

Partea cea mai importantă este realizarea inductanței, întregul ansamblu fiind prezentat în fig. 266. Inductanța trebuie să aibă un coeficient de calitate cît mai ridicat, pierderi cît mai reduse și soliditate mecanică suficientă pentru a rezista solicitărilor mecanice. Capetele sale sînt prinse la partea inferioară de tubul metalic, iar la partea superioară de baza tijei de duraluminiu. O baretă cilindrică din material izolant (ceramică sau textolit) realizează legătura mecanică între tubul metalic de la bază și tija metalică superioară.

Diametrul baretei fiind de 15 mm, iar al bobinei de 70 mm, practic aceasta din urmă se realizează în aer. Bobina are 62 spire din conductor de 1,3 mm diametru, cu spațiu de 0,9 mm între spire și cu prize la 4,5 spire pentru 21 MHz, 6,5 spire pentru 14 MHz, 21,5 spire pentru 7 MHz. Pentru banda de 3,6 MHz vom utiliza toată bobina, iar pentru 28 MHz se va scurtcircuita

toată bobina. Un contact mobil permite scurtcircuitarea la poziția cerută de banda de lucru. Ansamblul se protejează într-un cilindru de plexiglas.

Antena realizată astfel are impedanța de 52 ohmi și poate fi alimentată printr-un cablu de aceeași impedanță, a cărui cămașă metalică se conectează la caroseria metalică, în imediata apropiere a bazei antenei.

Desigur, în cazul lucrului numai pe unele benzi, bobina poate fi realizată numai în porțiunea necesară, iar în cazul lucrului numai în banda de 28 MHz, bobina se poate elimina complet.

După realizarea antenei conform datelor indicate, vom face verificarea modului de lucru în diferite benzi cu ajutorul unui grid-dip și eventualele retușuri la dimensiunile elementelor antenei și la bobină.

Antenele mobile tip elice (Helix hip) pentru unde decametrice

Acest sistem de antenă este de asemenea în mod frecvent folosit, prezentîndu-se ca o nuia sau bici cu o lungime de circa 2m. Antena este monobandă, lucrînd în λ/4 și se realizează din conductor emailat, bobinat în cea mai mare parte, spiră lîngă spiră, pe un suport izolant, prezentîndu-se ca în fig. 267.

După realizare, antena se ajustează montată pe vehicul, pentru rezonanță în mijlocul benzii de lucru. Montarea ei se face pe partea din față sau din spate a mașinii. De preferință, cablul coaxial de cuplaj între emițător și antenă va fi cît mai scurt, o porțiune lungă de cablu modificînd punctul de rezonanță al întregului ansamblu.

Antena se realizează pe o tijă izolantă din poliester sau fibre de sticlă, avînd lungimea de 1,80—2,00 m, cu următoarele diametre la bază și la vîrf:

Pentru 3,5 și 7 MHz = diametru bază 10,6 mm, vîrf 7,2 mm.

Pentru 14,21 și 28 MHz = diametru bază 9,6 mm, vîrf 6,2 mm.



FIG. 267

Realizarea practică: bobinăm, pornind de la vîrf, secțiunea *a* cu spire adiacente, iar pentru porțiunea *b* cu spire distanțate, cu pas din ce în ce mai larg, pînă la baza suportului, unde se conectează la un șurub metalic central, cu ajutorul căruia antena se fixează în izolatorul montat pe caroserie.

Realizarea antenei fiind destul de laborioasă, este preferabil să realizăm secțiunea *a* ceva mai mare la bază, pentru ca apoi, decupînd spiră cu spiră, să ajungem comod la rezonanță pe frecvența dorită. În tabelul 21 sînt datele de realizare.

TABELUL 21

Banda	Diametrul conductorului mm	Lungimea secțiunii a (mm)	Lungimea secțiunii b (mm)
3,5 MHz (80 m)	0,6	1 395	365
7 MHz (40 m)	0,6	767	993
14 MHz (20 m)	0,6	410	1 350
21 MHz (15 m)	0,7	275	1 485
28 MHz (10 m)	0,7	175	1 585

Alimentarea antenei se face prin cablu coaxial cu impedanța 52 ohmi. Reglajul se execută cu ajutorul unui grid-dip-metru cuplat printr-o jumătate de spiră la baza antenei, ca în fig. 268.

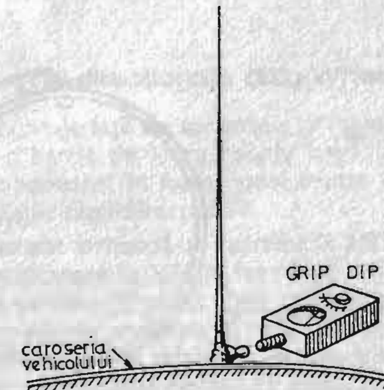


FIG. 268

Antene pentru banda de 144 MHz

Antena Halo

Este vorba de un dipol în λ/2 în formă de cerc, pentru a asigura o radiaţie omnidirecţională.

Lungimea totală a părţii radiante MON, realizată din tub de cupru cu diametrul 6—8 mm, este de 985 mm, iar deschiderea MN măsoară 15 mm (fig. 269 a).

Alimentarea se realizează prin cablu coaxial de 75 Ω impedanţă, adaptat la antenă printr-un sistem „gamma match" care asigură şi trecerea de la simetria antenei la disimetria cablului. Sistemul este format dintr-un conductor (fig. 269 b) rigid, conectat la antenă în punctul A, avînd diametrul de 3 mm, iar lungimea de 180 mm. Acordul sistemului de adaptare „gamma match" se face cu ajutorul unui condensator ajustabil de 30 pF, protejat de intemperii. Prin ajustarea capacităţii acestui condensator vom obţine debitul maxim din circuitul anodic al etajului final.

Antena este suportată de un izolator tip clopot, fixat pe caroserie în partea din spate a maşinii, astfel încît să reziste la şocuri şi vînturi puternice.

Antena este relativ simplă şi dă rezultate bune în traficul mobil datorită polarizării sale orizontale ce concordă cu cea a

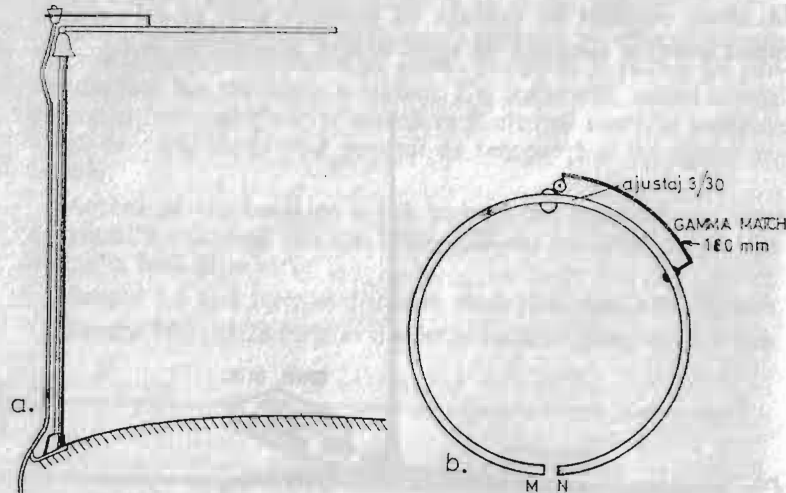


FIG. 269

antenelor fixe, atenuîndu-se în mare măsură fedingul ce se observă frecvent în această gamă, ca urmare a polarizării diferite a antenelor.

Antena inel

Are un randament asemănător unei antene schelet şi rezonează numai pe frecvenţa pentru care a fost construită. De aceea se impune respectarea strictă a dimensiunilor, banda de lucru fiind destul de restrînsă.

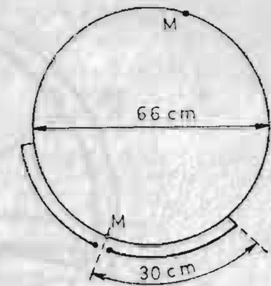


FIG. 270

Este vorba de un cerc (fig. 270) cu lungimea λ, atacat simetric printr-un dispozitiv „T-match". Radiază preferenţial în două direcţii perpendiculare pe planul cercului, punctul M avînd potenţialul zero.

Atît cercul, cît şi dispozitivul „T-match" se realizează din conductor de cupru cu diametrul 4 mm. Cercul are diametrul 66 cm, iar fixarea lui pe suport se face în punctul M, cu potenţialul sub zero.

Dispozitivul „T-match" are distanţa faţă de cerc 2 cm ; deschiderea la centru XX este 2 cm. Punctele XX se fixează pe o plachetă izolantă, unde se conectează linia de alimentare cu impedanţa 200 ohmi sau un cablu de 50 ohmi, prin intermediul unui balun 1/4 λ.

Lungimea braţelor este de 30 cm, pentru o impedanţă de 200 ohmi.

Antena omni-direcţională (Big-Wheel)

Prezintă avantaje faţă de variantele prezentate. Are polarizare orizontală şi o bandă de lucru relativ largă. Aşezarea celor trei elemente componente, în forma unei frunze de trifoi (fig. 271), asigură o radiaţie omnidirecţională.

Fiecare element formează un radiator în λ/2, alimentat la capete prin două conductoare în λ/4, în formă de V (fig. 272). Impedanţa la capete este de circa 30 ohmi. Cele trei elemente fiind conectate în paralel, impedanţa ansamblului este de circa 10 ohmi, ceea ce impune un dispozitiv de adaptare pentru alimentarea printr-un cablu coaxial cu impedanţa de 50—52 ohmi. Acest dispozitiv este un „tub" central în formă de U (fig. 273).

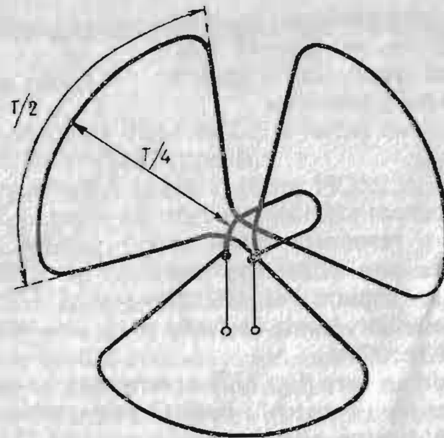


FIG. 271

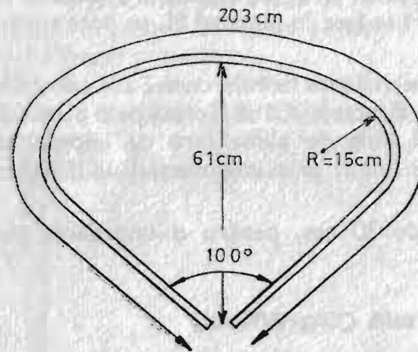


FIG. 272

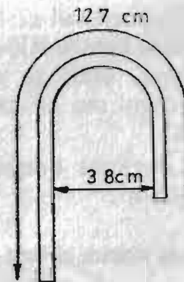


FIG. 273

Realizarea mecanică trebuie făcută cu grijă, suportul central fiind executat dintr-o placă izolantă cu o rezistență mecanică suficientă.

Cîteva soluții simple. Folosind caroseria metalică drept priză de pămînt, putem realiza o antenă foarte simplă, cu o tijă metalică de 57 cm lungime, fixată pe caroserie prin intermediul unui izolator și alimentată printr-un cablu coaxial cu impedanța 75 ohmi (fig. 274).

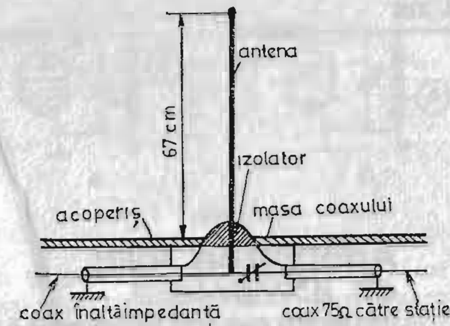


FIG. 274

Practic, vom realiza tija mai lungă și apoi vom decupa cîte o porțiune redusă pînă la acordul maxim și ROS minim.

Dacă avem montată pe mașină o antenă obișnuită metalică pentru recepția emisiunilor de radiodifuziune, o putem adapta pentru lucrul în banda de 144 MHz reducîndu-i dimensiunile la circa 67 cm. Alimentarea se face cu un cablu coaxial de 75 Ω impedanță, printr-o capacitate de circa 6 pF (folosim un condensator cu capacitate variabilă, vezi fig. 274). Acordul se face la baza tijei pentru ROS minim.

Dacă receptorul de radiodifuziune montat pe mașină are o intrare pe cablu coaxial de mare impedanță, aceasta poate fi conectată în paralel pe antenă și vom putea simultan recepționa programele de radiodifuziune pe unele game de frecvență, transmițînd în același timp pe 144 MHz.

Adaptarea liniei de alimentare la ieșirea radioemițătorului

Pentru transmiterea integrală a energiei de radiofrecvență de la ieșirea radioemițătorului la antenă trebuie realizate două condiții, și anume:

— Sarcina la capătul liniei de alimentare trebuie să prezinte pentru radioemițător (circuitul de ieșire al acestuia) o rezistență pur activă, fără componente capacitive sau inductive.

— Rezistența totală a sarcinii trebuie să fie cît mai bine adaptată la rezistența totală de ieșire a radioemițătorului.

Prima condiție se realizează cînd frecvența de acord a antenei (sarcinii) este egală cu frecvența de rezonanță a circuitului de ieșire al radioemițătorului. Cum în majoritatea cazurilor între antenă și radioemițător se intercalează linia de alimentare, aceasta nu trebuie să împiedice adaptarea. Ca urmare, linia de alimentare trebuie să fie acordată pe aceeași frecvență, iar în cazul unei linii de alimentare neacordate, aceasta trebuie să funcționeze în regim de unde progresive.

Rezistența totală a unui circuit obișnuit de ieșire la radioemițător este în jurul a cîteva sute de ohmi, iar a unei linii de alimentare poate fi de valoare mare, în care caz alimentarea se face în tensiune, sau de valoare redusă, în care caz alimentarea se face în curent. În practică, impedanța caracteristică a liniilor de alimentare este cuprinsă între 50 și 600 ohmi.

Deoarece adaptarea liniei de alimentare la antenă a fost prezentată, analiza pe care o facem în continuare se va referi numai la adaptarea liniei la ieșirea radioemițătorului, respectiv considerînd prima condiție îndeplinită.

O metodă simplă de adaptare este cea prezentată în fig. 275. Cu cît sîntem mai aproape de punctul „cald" al circuitului acordat de ieșire, notat cu A, rezistența totală este mai mare,

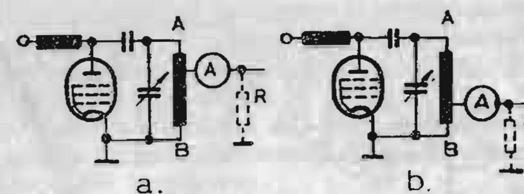


FIG. 275

iar apropierea de punctul „rece", notat cu B, face ca rezistența totală să fie mai mică, corespunzînd cu valoarea zero în punctul B.

Adaptarea se realizează prin determinarea punctului de cuplaj pe bobină, în care rezistența porțiunii de circuit să fie egală cu rezistența sarcinii (a liniei de alimentare), corespunzînd maximului de transfer al energiei de radiofrecvență.

Acest transfer maxim, ce corespunde adaptării optime, se poate determina orientativ cu un dispozitiv de măsurare conectat între circuitul acordat de ieșire și linia de alimentare (măsurător de curent).

Cum însă indicațiile acestui dispozitiv sînt direct dependente de modul de cuplaj (în tensiune sau în curent), ele sînt numai orientative. Metoda de adaptare arătată, deși este simplă, are dezavantajul că permite iradierea tuturor armonicilor parazitare ce produc perturbații în benzile de radio și televiziune.

Deoarece însă în practica radioamatorilor măsurile de eliminare a perturbațiilor radio și televiziune devin obligatorii, în continuare vom analiza scheme de adaptare care să asigure o cît mai eficientă suprimare a radiațiilor parazitare.

A) Schema de cuplaj cu linii de alimentare acordate

Liniile de alimentare acordate fiind simetrice față de pămînt, stabilirea legăturii lor cu etajele de ieșire simetrice la radioemițătoare se face relativ simplu, ca în fig. 276 a, iar cu etajele de ieșire obișnuite asimetrice, ca în fig. 276 b. În acest din urmă caz alimentarea de înaltă tensiune se face la mijlocul bobinei circuitului de ieșire, care este pus la pămînt din punct de vedere al radiofrecvenței prin condensator, devenind astfel punct „rece", iar cele două capete ale bobinei, capete „calde", cu tensiunea maximă de radiofrecvență. Prin această schemă circuitul de ieșire devine simetric, dar este necesară izolarea rotorului la condensatorul

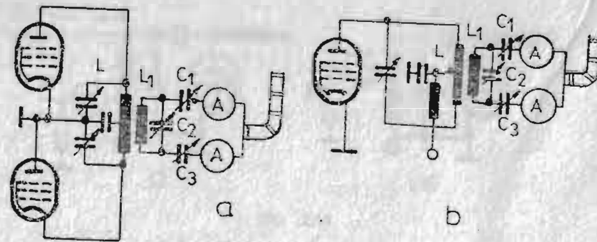


FIG. 276

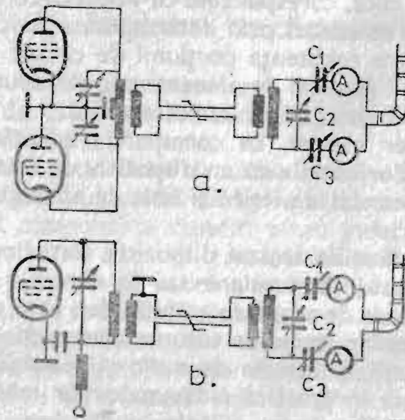


FIG. 277

variabil sau înlocuirea condensatorului variabil simplu printr-unu dublu, rotoarele fiind puse la pămînt, iar statoarele la capetele bobinajului.

Bobina de cuplaj L_1 se realizează deasupra bobinei L şi trebuie să fie prevăzută cu posibilitatea deplasării ei de-a lungul bobinei L, pentru obţinerea cuplajului optim.

Cînd aceasta nu se poate realiza în practică, se aplică schemele din figurile 277 a şi b, prima pentru etaje simetrice, a doua pentru cele nesimetrice, la care între circuitul de cuplare şi acord al liniei de alimentare şi circuitul de ieşire al radioemiţătorului se introduce o linie de legătură ce constă din două conductoare izolate răsucite, ce au la capete două bobine de cuplaj cu 2—5 spire, şi care se cuplează, una cu ieşirea radioemiţătorului, iar cealaltă cu dispozitivul de cuplare al liniei de alimentare.

În acest caz dispozitivul de cuplare al antenei se instalează în interiorul încăperii şi se cuplează cu ieşirea radioemiţătorului prin linia de legătură care nu are o lungime critică. Acordul schemelor prezentate se face astfel:

Circuitul oscilant al etajului de ieşire se acordează în rezonanţă cu sarcina deconectată, această acordare nemodificîndu-se în cursul reglajelor următoare.

La alimentarea în tensiune, condensatoarele C_1 şi C_3 se stabilesc la capacitate maximă. Se schimbă apoi capacitatea C_2 pînă cînd cele două aparate de măsură a curentului în antenă indică maximum.

Întrucît la alimentarea în tensiune curentul poate fi neînsemnat, aprecierea se poate face cu ajutorul unor becuri cu neon montate în apropierea condensatoarelor C_1 şi C_3. Cuplajul între bobinele L_1 şi L şi capacitatea condensatorului C_2 se modifică pînă cînd ambele indicatoare de curent vor indica valori egale.

La alimentarea în curent, condensatorul C_2 se stabileşte la început la capacitatea minimă. Apoi, prin schimbarea cuplajului dintre bobine şi a capacităţilor la condensatoarele variabile C_1 şi C_3 se urmăreşte obţinerea curenţilor maximali egali pe ambele conductoare ale liniei de alimentare.

După reglajul optim efectuat ca mai sus se reacordează uşor circuitul de ieşire al radioemiţătorului, pentru a se obţine o creştere a curentului în linia de alimentare.

B) Cuplarea prin filtrul II

Foarte frecvent se folosesc pentru cuplarea liniei de alimentare cu radioemiţătorul schemele cu filtru π, care prezintă următoarele avantaje:

— Permit acordarea liniilor de alimentare ale căror dimensiuni prezintă abateri de la dimensiunile critice şi deci folosirea lor, ceea ce poate fi foarte util de la caz la caz.

— Cu ajutorul circuitului π se pot cupla cu etajul de ieşire al radioemiţătorului orice tip de linie de alimentare, ca şi radiante de orice tip.

— Circuitul π constituie şi un filtru de bandă „trece jos", prin care trec frecvenţele mai joase decît cea de lucru, atenuînd în mare măsură frecvenţele mai înalte ca frecvenţa de lucru. În acest mod se obţine o atenuare mare a armonicilor pe frecvenţe mai înalte şi reducerea corespunzătoare a perturbaţiilor radio şi de televiziune.

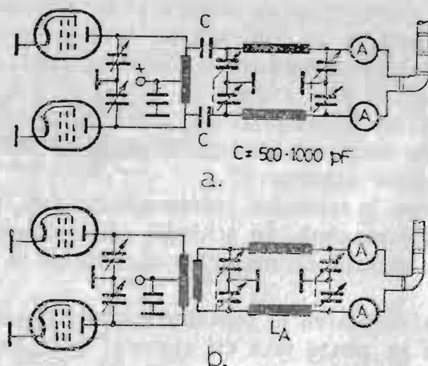


FIG. 278

Desigur că filtrul π nu poate suprima în totalitate orice nivel de radiații parazitare, dar el poate constitui un element util, care asigură o filtrare eficace la ieșirea radioemițătorului, după ce am luat și toate măsurile necesare în interiorul radioemițătorului pentru eliminarea radiațiilor parazitare.

Pentru liniile de alimentare acordate se folosesc filtre simetrice. În fig. 278 a și b sînt date scheme de cuplare a filtrelor π cu etaje de ieșire simetrice.

În cazul cuplajului cu un etaj de ieșire asimetric se procedează la simetrizarea acestuia ca în fig. 276, apoi se conectează cu filtrul π simetric, așa cum se arată în fig. 278. Dacă însă din diferite motive nu se poate realiza simetrizarea etajului final, atunci conectăm etajul de ieșire cu linia de alimentare prin intermediul unei linii de cuplaj, ca în fig. 279. În acest caz bobina de cuplaj L_1 trebuie să fie conectată la pămînt cu capătul dinspre capătul „cald" al bobinei L din circuitul de ieșire al radioemițătorului. Între cele două grupuri de bobine, L și L_1, respectiv, L_2 și L_3, cuplajul trebuie să fie cît mai restrîns.

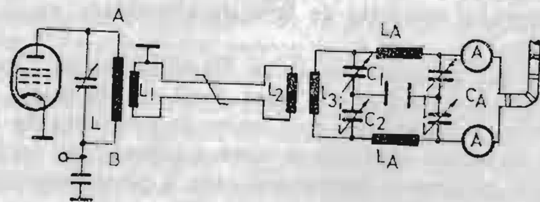


FIG. 279

Bobinele de cuplaj L_1 și L_2 au de obicei 2—4 spire, iar bobina L_3 este ceva mai mare. Bobinele L_1 și L_2 sînt mobile, pentru a putea stabili prin mutarea lor cea mai bună simetrie a schemei.

Condensatoarele C_1 și C_2 au cîte 300 pF, iar C_A, 2 × 500 pF. Bobinele L sînt corespunzătoare benzii de lucru. Exemplu: pentru gama de 80 m au circa 30 spire din conductor de cupru argintat, cu diametrul 3 mm și diametrul spirei 50 mm.

Acordul în cazul acestei scheme de cuplaj se desfășoară astfel:

— Circuitul de ieșire se deconectează de filtrul π și se acordează pe frecvența de lucru a radioemițătorului. Dacă este posibil, mai înainte se reduc tensiunile de alimentare la anodul și grila-ecran ale tubului final. Acest acord nu se mai reface în timpul reglajelor.

— Circuitul π conectat cu linia de alimentare se cuplează cu circuitul de ieșire producînd un dezacord al acestuia. Modificînd apoi capacitatea condensatoarelor C_1 și C_2, obținem din nou acordul circuitului de ieșire pe frecvența de lucru. Condensatorul C_A se găsește în acest timp în poziția medie.

— Modificăm puțin cîte puțin capacitatea lui C_A, pentru a obține o creștere a curentului în linia de alimentare și, paralel cu aceasta, racordăm circuitul de ieșire prin reglajele lui C_1 și C_2. Cînd în ambele ramificații ale filtrului π simetric obținem maximum de curent, acordul poate fi considerat terminat. Dacă însă curenții din cele două ramificații nu sînt egali cu toate reglajele făcute, va trebui să modificăm cuplajul cu circuitul de ieșire pînă obținem această egalitate.

C) Scheme de cuplaj pentru liniile de alimentare neacordate

Asemenea linii de alimentare se folosesc frecvent în practica radioamatorilor în undele scurte și ultrascurte, respectiv: cabluri coaxiale cu impedanța 52, 60 sau 75 ohmi, cabluri panglică bifilare cu impedanța 150, 240, 300 ohmi sau linii bifilare cu izolație aeriană cu impedanța 400—600 ohmi.

Pentru cablurile coaxiale cea mai simplă schemă de cuplaj este cea din fig. 280 a pentru etajele de ieșire asimetrice și fig. 280 b pentru etajele de ieșire simetrice.

În ambele cazuri bobina de cuplaj are 4—5 spire pentru gama de 80 m; 3 spire pentru 40 și 20 m, și 2 spire pentru gamele de 15 și 10 m. Pentru un cuplaj optim, bobina de cuplaj trebuie să fie mobilă, pentru a determina prin reglaje poziția optimă.

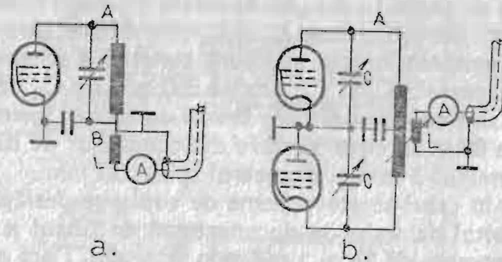


FIG. 280

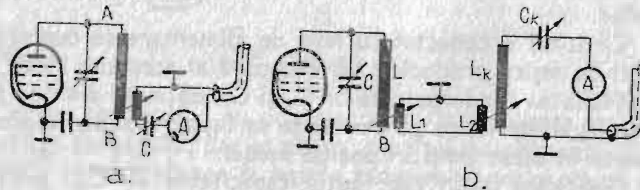


FIG. 281

Bobina de cuplaj se montează, în primul caz, lîngă capătul „rece" al bobinei din circuitul de ieșire, iar pentru reducerea cuplajului capacitiv între cele două bobine, capătul legat la pămînt al bobinei de cuplaj trebuie să se găsească cît mai aproape de capătul „cald" al bobinei de ieșire.

În cazul unui etaj de ieșire simetric, bobina de cuplaj are o poziție mai puțin critică. Pentru a compensa reactanța inductivă creată de bobina de cuplaj și conductoarele ce o leagă de linia de alimentare, se montează în circuitul bobinei de cuplaj un condensator variabil de 75—100 pF, așa cum este arătat în fig. 281 a. În fig. 281 b este prezentată o schemă de cuplaj cu o linie intermediară. Circuitul oscilant serie $L_K C_K$ atenuează în mare măsură armonicile înalte ale frecvenței de lucru. În tabelul 22 sînt indicate capacitatea și inductanța pentru fiecare bandă.

Valorile indicate corespund pentru cabluri coaxiale cu impedanța 52—75 ohmi. Bobinele de cuplaj L_1 și L_2 au 2—4 spire. La acordare bobina de cuplaj L_2 se cuplează slab cu bobina L_K din circuitul de alimentare al cablului coaxial. Circuitul oscilant de ieșire se acordează la rezonanța corespunzînd unui minim de curent anodic, după care modificăm capacitatea C_K pînă obținem un maximum de curent anodic.

TABELUL 22

Banda m	C_k nF	L_k mHy
10	90	0,32
15	120	0,45
20	190	0,70
40	380	1,40
80	800	2,80

Mărim apoi cuplajul bobinelor L_1 și L_2 și, respectiv, L_K și refacem acordurile. Schema poate fi considerată bine acordată atunci cînd la dezacordul condensatorului C_K curentul de antenă descrește în ambele sensuri de la poziția rezonanței: dacă însă curentul se mărește, înseamnă că L_1 sau L_2 sînt prea strîns cuplate cu circuitele corespunzătoare.

Acordul schemei de cuplaj din fig. 280 este de asemenea simplu. Este însă necesar ca odată cu mărirea cuplajului să se acordeze circuitul de ieșire pe frecvența de lucru prin condensatorul variabil C, pînă se obține valoarea curentului anodic pentru un regim normal de lucru al tubului final.

Dacă impedanța cablului coaxial este bine adaptată la rezistența de intrare a antenei, atunci odată cu schimbarea cuplajului dintre bobina de cuplaj și cea din circuitul de ieșire este necesară o ușoară retușare a capacității condensatorului C.

În cazul cînd rezonanța circuitului acordat depinde în mare măsură de gradul de cuplaj dintre cele două bobine, rezultă că adaptarea cablului coaxial cu rezistența de intrare a antenei nu este realizată optim și în linia de alimentare au loc unde staționare.

Pentru antenele de unde ultrascurte alimentate prin cabluri coaxiale se folosesc scheme de cuplaj ale liniilor de alimentare cu etajul de ieșire prezentate în fig. 282 a, b, c.

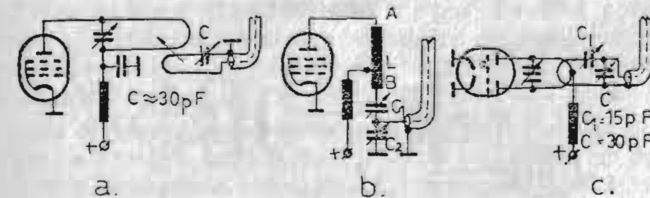


FIG. 282

Schema din fig. 282 a se aplică atît pentru etajele de ieșire asimetrice, cît și pentru cele simetrice. În fig. 282 c este prezentată de asemenea o schemă pentru etaj de ieșire simetric, în care paralel cu bobina de ieșire se conectează un condensator variabil C.

Deoarece în banda de unde ultrascurte, la un curent de ieșire paralel, nu întotdeauna putem obține un raport L/C corespunzător cuplajului necesar, se folosesc și scheme de cuplaj cu circuite serie, ca în fig. 282 b, unde este prezentat un circuit oscilant serie format dintr-o bobină L și condensatoarele variabile C_1 și C_2 care formează un divizor capacitiv de tensiune. Modificînd capacitățile se poate obține o adaptare optimă cu cablul coaxial, corespuzînd curentului maxim în linia de alimentare. Capacitățile C_1 și C_2 făcînd parte integrală din circuitul oscilant de ieșire, orice modificări ale capacității lor trebuie însoțite de obținerea rezonanței circuitului cu frecvența de lucru.

Schemele de cuplaj pentru linii de alimentare simetrice neacordate se aplică atît pentru liniile de alimentare din cablu panglică cu impedanța 240—300 ohmi, cît și pentru liniile bifilare cu izolație aeriană cu impedanța 400—600 ohmi. În mod practic, pentru aceste linii se pot folosi toate schemele de cuplaj prezentate în fig. 276, 277, 278 și 279.

Ca urmare a impedanței ridicate a liniilor, 240—600 ohmi, inductanța bobinei de cuplaj este de asemenea mai mare, numărul de spire al acestei bobine fiind aproximativ jumătate din cel al bobinei circuitului de ieșire. În cazul cînd apar dificultăți în acordul circuitului și obținerea puterii necesare în linia de alimentare, putem folosi un circuit intermediar prezentat în fig. 283 a, b.

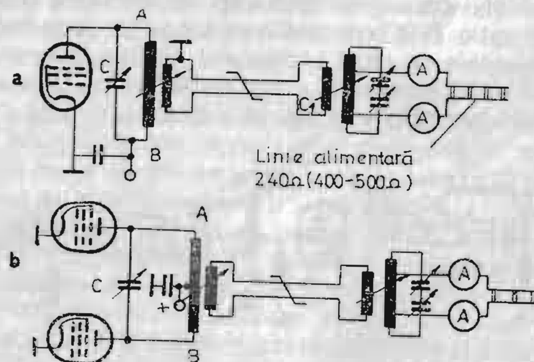


FIG. 283

Pentru acord, bobinele liniei de cuplaj se cuplează slab cu circuitul de ieșire al radioemițătorului, urmărind curentul liniei de alimentare, după care se acordează în rezonanță, urmărind curentul de ieșire al radioemițătorului. Se fixează apoi clemele circuitului liniei de alimentare într-o poziție mediană între mijlocul și capetele bobinei și, modificînd capacitatea condensatorului variabil C_1, acordăm în rezonanță acest circuit. Eventualul dezacord al circuitului de ieșire al radioemițătorului, ca urmare a acestor reglaje, se compensează prin reglajul capacității variabile a acestui circuit.

Se modifică apoi gradul de cuplaj dintre bobinele liniei de cuplaj și bobinele circuitelor de ieșire ale radioemițătorului și circuitului liniei de alimentare, făcîndu-se de fiecare dată reacordările necesare.

O adaptare optimă se caracterizează prin aceea că modificarea capacității C_1 nu schimbă poziția de rezonanță a circuitului de ieșire, ci influențează numai nivelul curentului anodic, acesta corespunzînd unei rezistențe pur ohmice. Dacă procedeul descris nu duce la un acord optim, se schimbă poziția clemelor de contact pe bobina circuitului liniei de alimentare și se repetă acordarea.

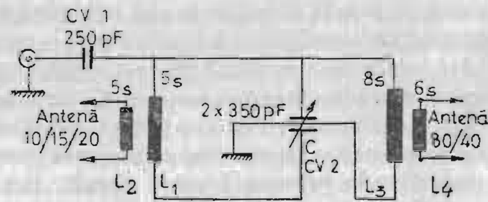
Filtrele π pot fi și ele folosite pentru cuplarea liniilor de alimentare neacordate cu etajele de ieșire ale radioemițătorului. În cazul liniilor de alimentare asimetrice se folosesc filtre asimetrice, iar pentru linii simetrice, filtre π simetrice.

D) Cuploare de antenă

Se utilizează două sisteme, atît pentru acordul antenelor cum sînt cele de tip Zeppelin sau Levy, cît și pentru cuplarea corectă a radioemițătorului la linia de alimentare. Primul tip de cuploare de antenă poartă denumirea de „Z-Match-Coupler", iar cel de-al doilea tip, de „Transmatch". Să analizăm cîteva scheme din aceste tipuri de cuploare.

Z-Match-Coupler (fig. 284) este compus din două perechi de bobine și două condensatoare variabile. Asigură acordul prin variația capacității condensatorului variabil CV_2 în benzile de radioamatori de la 3,5 MHz pînă la 28 MHz.

Linia de alimentare se conectează, în cazul benzilor de 3,5 și 7 MHz, la capetele bobinajului L_4, iar în cazul benzilor de 14,21 și 28 MHz, la capetele bobinajului L_2. Bobinajele L_1 și L_2 sînt cuplate concentric, avînd fiecare cîte 5 spire, iar L_3 și L_4 au, respectiv,



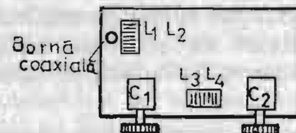


FIG. 284

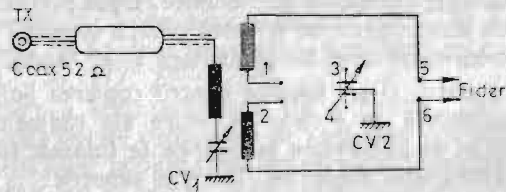


FIG. 285

8 și 6 spire. L_1 și L_3 au diametrul spirelor de 63 mm, iar L_2 și L_4 de 75 mm, toate fiind realizate din conductor de 2 mm diametru și fixate în plachete de plexiglas sau material plastic izolant.

Capacitatea C_1 care reglează cuplajul între radioemițător și cuplor va avea maximum 250 pF și va fi izolată de masă, iar C_2, 2 × 350 pF și cu rotorul la masă. Poate fi înlocuit cu un condensator dublu pe același ax. În fig. 284 b este indicată poziționarea elementelor componente pentru a evita cuplajul parazit între cele 2 grupe de bobinaje.

O capacitate reziduală prea mare a lui CV_2 nu va permite lucrul în 28 MHz.

Transmatch (fig. 285) are un circuit mai simplu, dar solicită schimbarea bobinelor pentru fiecare bandă. Bobinajele se vor realiza după datele din tabelul 23 și se vor fixa apoi pe plachete de

TABELUL 23

Banda MHz	ø bobinei mm	Lungimea bobinei mm	Spire	Diametru conductor mm	Diametrul linkului mm	Lungimea linkului mm	Spire	Diametru conductor mm
3,5 –8,2	63	120	2×18	1,5	50	11	6	1
7 4,5–12,0	63	65	2×10	1,5	50	5	3	1
14 7,5–20	63	30	2×5	1,5	50	3	2	1
21–28 14–36	63	20	2×2	1,5	50	3	2	1

plexiglas, avînd cîte 6 piciorușe. Condensatorul variabil de cuplaj CV_1 va avea capacitatea maximă de 500 pF, iar cel de acord CV_2 2 × 150 pF, cu distanța mare între lame.

După modul în care folosim cuplorul (fig. 286 a, b) vom face reglajele astfel:

Reglăm radioemițătorul în regim continuu pe o sarcină rezistivă de 50 sau 75 Ω (o sarcină de 50 ohmi putem realiza conectînd în paralel 30 de rezistențe de 1 500 ohmi și 3 W disipație). Această rezistență se montează pe cuplor și prevedem un inversor cu ajutorul căruia să putem trece fie pe sarcina rezistivă, fie pe antenă.

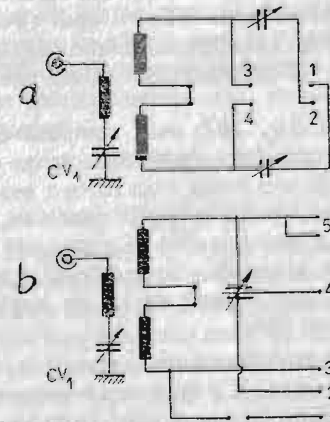


FIG. 286

Acordăm etajul final pentru un debit anodic normal pe sarcina rezistivă. Fixăm pozițiile de reglaj la care nu vom mai umbla.

Oprim radioemițătorul prin întreruperea înaltei tensiuni, montăm un reflectometru, apoi cuplorul de antenă și la urmă linia de alimentare.

Dăm din nou drumul la radioemițător cu reflectometrul pe poziția „unde reflectate" și acționăm asupra condensatorului de cuplaj CV_1, făcînd retușuri din CV_2, pentru a obține cît mai puține unde reflectate. Determinăm apoi coeficientul de unde reflectate.

Cuplor de antenă universal sau Transmatch. În multe radioemițătoare în care se utilizează multiplicarea de frecvență, suprimarea armonicilor lasă de dorit, ceea ce face ca acestea să fie transmise prin alimentare la antenă și radiate, ceea ce provoacă perturbări. De aceea este preferabil să intercalăm între radioemițător și linia de alimentare un circuit acordat selectiv, pe care îl denumim „Transmatch".

În cele mai multe cazuri ieșirea radioemițătorului se face pe impedanță joasă 50 sau 75 ohmi. Nu este însă suficient să utilizăm un cablu coaxial de 52 ohmi sau 75 ohmi, fiind necesar ca acest cablu să fie conectat la o antenă de aceeași impedanță.

Dacă această condiție nu este respectată, sarcina radioemițătorului devine variabilă, funcție de lungimea cablului coaxial, și nu mai corespunde cu impedanța antenei.

Totodată este practic imposibil să realizăm o antenă multiband care să prezinte impedanța de 52 sau 75 ohmi pe toate benzile de lucru. Rezultă necesitatea folosirii unui circuit de cuplaj care să permită adaptarea ansamblului „linie de alimentare-antenă" astfel încît sarcina radioemițătorului să nu prezinte componentă reactivă.

Schema analizată (fig. 287) este compusă dintr-o inductanță variabilă cu cursor care înlocuiește inductanța cu prize și comutatorul.

Folosirea unei inductanțe variabile continue, formate dintr-un bobinaj realizat pe un mandrin care se poate roti și un contact prin presiune ce se poate mișca de-a lungul conductorului bobinajului, permite o adaptare într-o gamă destul de largă de impedanțe și de frecvențe (3,5—28 MHz).

Adăugarea unui transformator simetric-asimetric cu raportul 1/4 permite cuplarea și la o linie de alimentare simetrică, avînd impedanțe de 300 ohmi în cazul unei ieșiri de 75 ohmi la emițător.

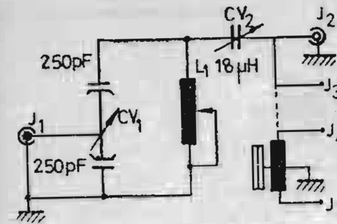


FIG. 287

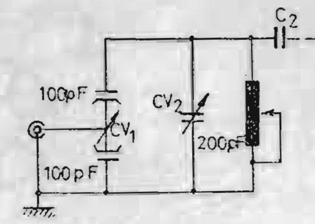


FIG. 288

Curentul de radiofrecvență de la radioemițător se aplică pe rotorul condensatorului variabil dublu CV_1 (2×250 pF), care este izolat de masă ca și CV_2 (maxim 500 pF). Vom intercala un reflectometru între radioemițător și cuplor. Ansamblul cuplorului se introduce într-un blindaj metalic din aluminiu.

Pentru o putere de radiofrecvență de 100 W vom utiliza condensatoare variabile cu distanța între lame de ordinul 0,7 mm, iar pentru 1 000 W, cu o distanță de minimum 2 mm.

În cazul în care nu dispunem de un condensator variabil dublu de 2×100 pF, vom utiliza schema din fig. 288.

Cuplorul descris permite adaptarea între radioemițător și diferite tipuri de antene. Să analizăm mai multe situații.

Legătură cablu coaxial — cablu coaxial. Reglăm CV_1 și CV_2 la capacitatea maximă. Reglăm puterea de ieșire a radioemițătorului astfel încît pentru sensibilitatea maximă a reflectorului pe unda directă, acul instrumentului să devieze la maximum. Reglăm inductanța variabilă pînă obținem un ROS minim. Ajustăm apoi CV_1 și CV_2 pînă ce acest minim devine zero. Reglăm apoi radioemițătorul la putere maximă.

Putem găsi mai multe combinații care dau o bună adaptare. Cea mai bună este cea pentru care avem cea mai mare capacitate la condensatoarele variabile CV_1 și CV_2.

Legătura coaxial la un fir radiant. Dacă folosim ca antenă un fir (cu lungime oarecare), acesta va fi conectat la extremitatea liberă a lui CV_2. Reglajele sînt aceleași. Cele mai bune rezultate le vom obține cu un fir avînd lungimea mai mare cu 10—15% decît multiplii impari de $\lambda/4$ pe frecvența de lucru. Lungimea suplimentară compensează scurtarea provocată de CV_2 și astfel antena va prezenta o impedanță redusă și nu vom avea tensiuni mari de lucru în cuplor.

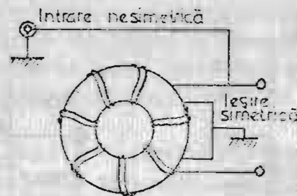


FIG. 289

Legătură coaxial — linie de alimentare simetrică. În acest caz vom intercala un transformator balun ca în fig. 289. În lipsa balunului putem conecta un capăt al liniei de alimentare la masă şi celălalt la intrarea coaxială. Nu este o soluţie prea tehnică, dar practica demonstrează că se poate face adaptarea în bune condiţii şi în acest mod.

Cuplorul descris permite adaptarea ieşirii unui radioemiţător cu impedanţa 50—75 ohmi la orice tip de antenă şi cu un randament foarte bun al etajului final.

Pierderile în antene

Este bine ca înainte de a stabili tipul de antenă pe care vrem să-l construim, să citim cu atenţie acest capitol.

Pierderile în antene pot fi împărţite în cinci categorii.

1. Pierderi ohmice prin disipaţie termică în conductoare.
2. Pierderi prin defecte de izolament.
3. Pierderi prin radiaţii parazite.
4. Pierderi în cabluri.
5. Pierderi provocate de prezenţa undelor staţionare în liniile de alimentare.

A) Pierderi ohmice

Orice conductor prin care trece un curent intens se încălzeşte. Intensitatea curentului care trece printr-o unitate de suprafaţă din secţiunea conductorului poartă denumirea de „densitate a curentului".

Astfel, pentru curent continuu, densitatea este constantă în toată secţiunea curentului. În schimb pentru curentul de radiofrecvenţă, această densitate este mult mai mare la marginile (periferia) conductorului decît în interiorul acestuia. Acest efect este cu atît mai pronunţat, cu cît este mai mare frecvenţa curentului, ajungîndu-se ca la anumite frecvenţe acesta să circule numai pe periferia conductorului. De aici şi utilizarea în aceste domenii de frecvenţe a ţevilor, în locul conductoarelor obişnuite.

Rezistivitatea unui conductor este de fapt rezistenţa sa pe unitatea de lungime şi unitatea de secţiune. Ea este o constantă pentru un metal şi o temperatură dată.



Rezistența în curent continuu se calculează prin formula clasică $R = Q\frac{l}{S}$, în care:

Q = rezistivitatea în Ω/cm²
l = lungimea în m
S = secțiunea în cm².

Cînd însă conductorul este parcurs de curent de radiofrecvență, formula nu mai este valabilă, deoarece, după cum se știe, secțiunea totală nu este parcursă în întregime de curent.

Practic, în loc de a calcula secțiunea real parcursă de curent, ceea ce devine destul de complicat, preferăm să luăm în calcule un coeficient variabil cu frecvența și diametrul. Este suficient să multiplicăm acest coeficient prin lungimea conductorului pentru a determina rezistența.

De exemplu, un conductor de cupru are 0,3/d ohmi pe metru pentru o frecvență de 14 MHz, d fiind diametrul în milimetri.

Astfel, pentru o lungime de 10 m și 2 mm diametru, rezistența este $\frac{0,3 \times 10}{2} = 1,5\ \Omega$, respectiv rezistența unei antene în λ/2 pentru banda de 14 MHz.

Pentru banda 3,5 MHz vom lua $\frac{0,15}{d}$, pentru 7 MHz $\frac{0,21}{d}$, pentru 14 MHz $\frac{0,3}{d}$, iar pentru 28 MHz $\frac{0,42}{d}$.

Dacă utilizăm un tub cu grosimea peretelui redusă în raport cu diametrul său, rezistența sa nu va varia cu frecvența, deoarece secțiunea respectivă va fi utilizată pentru toate frecvențele.

Dacă luăm din nou exemplul conductorului de 2 mm diametru și calculăm, rezultă că pentru lungimea de 10 m rezistența sa este de 0,056 ohmi. Pe frecvența de 3,5 MHz ea va fi 0,75 Ω ; pe 7 MHz de 1,05 Ω ; pe 14 MHz de 1,5 Ω ; pe 28 MHz de 2,1 Ω.

Vedem clar cum rezistența crește odată cu frecvența.

Rezistențele acestea provoacă pierderi prin disipație termică.

Să luăm cazul unei antene în λ/2 pentru 7 MHz, cu lungimea de 20 m, din conductor de 2 mm diametru. Curentul depinde de puterea de radiofrecvență trimisă în antenă și este variabil în diferite puncte, fiind maxim la mijloc, unde există un ventru de intensitate.

Alimentăm antena cu o putere de 73 wați. Rezistența de radiație fiind 73 ohmi în centru, intensitatea va fi $I = \frac{73}{73} = 1$ A.

Rezistența unui fir de 2 mm diametru, de lungimea 10 m, am calculat-o ca fiind 0,75 Ω. Pierderile termice pot fi calculate astfel: 1 × 1 × 0,75 = 0,75 W, respectiv 1% din puterea totală de radiofrecvență din antenă. În cazul unui conductor de 1 mm diametru rezistența devine dublă și, respectiv, și pierderile termice, 1,5 W, adică 2%. În ambele cazuri, pierderea este neglijabilă.

În cazul antenelor mai lungi ce lucrează în lungime de undă sau mai mult, pierderile sînt mai mici, ca urmare a rezistenței de radiație mari și a intensității mai reduse a curentului din antenă.

Pînă la 500 W radiofrecvență, diametrul de 2 mm pentru conductor este suficient.

În cazul lucrului pe armonicile fundamentalei, intensitatea curentului este de asemenea mai redusă, dar crește și rezistența ohmică, astfel încît pierderile se mențin aproximativ la același nivel. Astfel, pentru 500 W putere de radiofrecvență, pierderile reprezintă circa 5 W, așa că firul întins în aer nu riscă să se încălzească.

Nu aceeași este situația în cazul antenelor cu rezistența de radiație redusă.

Astfel, în cazul unei antene direcționale cu patru elemente, a cărei rezistență de radiație este circa 7 ohmi, în cazul în care aceasta se realizează din conductor de 2 mm diametru, pierderile prin disipație termică pot ajunge pînă la 10% din puterea totală. De aceea sîntem obligați a confecționa elementele antenei din țevi de peste 10 mm diametru, pentru a reduce rezistența și pierderile la valori acceptabile. Dealtfel, acest gen de antene fiind și rotative, însăși necesitatea asigurării unei rezistențe mecanice corespunzătoare obligă la folosirea de țevi cu diametre mari.

B) Pierderi prin defecte de izolament

Aceste pierderi se manifestă prin scurgeri în izolatoare, mai ales în acele puncte ale antenei unde avem maxime de tensiune, respectiv la capetele antenei. Tensiunea de radiofrecvență la extremitățile antenei depinde de puterea de alimentare. În general, vom pune cel puțin trei izolatoare la fiecare capăt.



În liniile de alimentare ale antenelor de tip Zeppelin sau Levy avem pe cele două conductoare tensiuni în opoziţie de fază. De asemenea, în maximele de tensiune diferenţa de potenţial între cele două conductoare este foarte importantă. Trebuie făcut astfel încît nici pe fundamentală şi nici pe armonice să nu avem puncte de susţinere a liniei de alimentare în maximele de tensiune. În cazul cînd poziţia ne obligă totuşi la aceasta, trebuie alese izolatoare de foarte bună calitate.

Cînd este posibil, de exemplu pe frecvenţele superioare lui 15 MHz, vom folosi ca parte radiantă tub metalic rigid, prins într-un izolant numai în centru, unde avem un nod de tensiune şi un maximum de curent. Extremităţile fiind în aer, pierderile în izolatoare sînt aproape total suprimate.

Este dificil să apreciem pierderile în izolatoare, deoarece ele variază cu numărul şi natura izolatoarelor folosite, ca şi funcţie de modul cum acestea reacţionează la umiditatea din aer.

Desigur, în cazul cînd pe izolatoare se depune praf de cărbune sau pulbere metalică, pierderile cresc considerabil. De aceea, este preferabilă folosirea izolatoarelor cu suprafaţa lucioasă, care reţin mai puţin pulberile şi sînt mai uşor spălate de ploi.

C) Pierderi prin radiaţii parazite

Nu este vorba de pierderi în antene, ci de cele provocate de radiaţia liniilor de alimentare, care, fiind aşezate în apropierea diferitelor obstacole sau corpuri mai mult sau mai puţin bune conducătoare de electricitate, toată energia radiată este pierdută.

În general utilizăm linii de alimentare cu două conductoare paralele (panglică) sau concentrice (cablu coaxial).

Liniile concentrice, respectiv cablurile coaxiale, nu radiază aproape deloc, deoarece cămaşa metalică exterioară fiind legată la masă serveşte drept blindaj pentru conductorul central.

În liniile cu conductoare paralele (panglică) situaţia este diferită. Atîta timp cît curenţii care circulă în cele două conductoare sînt egali şi în opoziţie de fază, nu vom avea radiaţii ale liniei. Dacă însă curenţii nu sînt exact în opoziţie în punctele vecine ale celor două conductoare, linia de alimentare radiază. Asemenea situaţii pot fi provocate de o disimetrie între cele două conductoare, de exemplu (fig. 290), dacă linia face o cotitură bruscă în unghi drept, conductorul exterior se găseşte decalat faţă de cel interior şi apare disimetria.

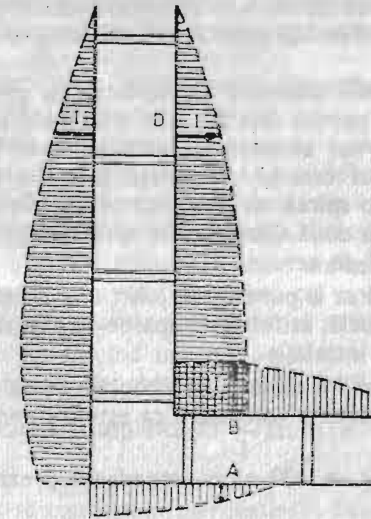


FIG. 290

La liniile de alimentare panglică, trebuie evitat orice cot şi ca cele două conductoare să aibă poziţii diferite faţă de corpurile înconjurătoare. Astfel, cînd linia de alimentare trece pe lîngă un zid, este bine să fie aşezate paralel cu zidul, astfel ca ambele conductoare să aibă aceeaşi distanţă faţă de zid.

La liniile de alimentare panglică de 300 ohmi impedanţă, distanţa dintre conductoare este menţinută constantă de materialul izolant în care sînt înglobate.

În general, cu cît vom avea disimetrii mai mari la liniile de alimentare, pierderile prin radiaţii parazite vor creşte.

D) Pierderi în cabluri

Pentru legătura dintre antenă şi radioreceptor sau radioemiţător se utilizează două tipuri de cabluri, cel panglică de 300 ohmi impedanţă şi cablurile coaxiale de 50—75 ohmi impedanţă.

În special atunci cînd facem recepţia unor semnale relativ slabe, cum sînt cele ale staţiilor de radioamatori, sîntem obligaţi a folosi cabluri cu pierderi mici. Cu toate acestea, lungimea peste măsură a cablurilor provoacă importante pierderi de energie. Astfel, instalarea unei antene la circa 20 m de sol solicită un cablu

de legătură de circa 25 m, care poate provoca o atenuare a semnalelor de 2,5 dB, deci practic se divide puterea preluată de antenă cu 1,33.

De aceea trebuie analizată întotdeauna cu grijă lungimea cablurilor necesare pentru una sau alta din poziţiile antenei.

În afara cablurilor obişnuite, există şi altele în care distanţa dintre conductorul central şi cămaşa metalică exterioară este menţinută printr-o spirală de material izolant. În acest fel izolamentul dintre cele două conductoare este format parţial de acest material şi parţial de aer.

Vom avea grijă ca la punctul de joncţiune al cablului cu antena cablul să aibă o buclă, astfel încît apa de la ploi să nu se prelingă pe cablu pînă la instalaţie.

Fixarea pe imobil a cablului de coborîre se va face cu ajutorul unor coliere. Totdeauna vom sacrifica estetica pentru o bună izolare.

Cablul panglică de 300 ohmi impedanţă prezintă unele avantaje.

— Este simetric, deci poate fi conectat direct la o antenă simetrică.

— Are pierderi reduse, mai puţin de 0,12 dB pe metru la frecvenţa de 200 MHz.

— Preţul său este mai redus.

Trebuie însă mare atenţie pentru a menţine panglica cît mai departe de suportul antenei şi a o prinde la capăt între două plăcuţe izolante, pentru a nu rămîne suspendată cu toată greutatea pe cele două capete cositorite.

De asemenea, nu vom utiliza un astfel de cablu panglică decît la antenele care au impedanţa de intrare de 300 ohmi sau pentru antenele cu impedanţa mică, folosind un balun cu raport 1/4.

Putem întrebuinţa şi o altă formulă. Folosim două cabluri coaxiale de 75 ohmi impedanţă, montate paralel, şi obţinem o linie de alimentare cu impedanţa 150 ohmi. Cele două conductoare centrale vor fi folosite drept conductoare ale liniei de alimentare, iar cămăşile metalice vor fi legate împreună şi puse la masă.

Între cele două conductoare active izolamentul fiind dublu, pierderile vor fi de două ori mai reduse, adică sub 0,1 dB pe metru.

Desigur, soluţia poate fi aplicată numai în cazul antenelor cu impedanţa 150 ohmi.

E) Pierderi provocate de prezenţa undelor staţionare în liniile de alimentare

Aceste pierderi pot deveni foarte importante dacă neglijăm măsurile ce au fost indicate în cap. V.

Ştim că o linie de alimentare care se termină pe o sarcină avînd impedanţa diferită devine sediul undelor staţionare. Este de dorit ca în linia de alimentare să nu avem unde staţionare sau acestea să fie foarte reduse faţă de unda directă.

Intensitatea undelor staţionare este indicată de coeficientul de unde staţionare, care este echivalent cu raportul dintre impedanţa terminală şi impedanţa caracteristică a liniei, sau viceversa.

Pierderile în linie, avînd un ROS = K, sînt egale cu cele ale aceleiaşi linii parcurse de unde progresive multiplicate prin coeficientul $\frac{1+K^2}{2K}$, care se simplifică în $\frac{K}{2}$ atunci cînd K atinge valoarea 3.

Trebuie deci să cunoaştem pierderile în diferite tipuri de linii de alimentare cînd acestea funcţionează în unde progresive. Tabelul 24 indică aceste pierderi în decibeli pe diferite frecvenţe, pentru o lungime de 30 m. Valorile indicate pot varia în plus sau în minus funcţie de tipul fabricaţiei.

TABELUL 24

Natura liniei de alimentare	Pierderi medii la diferite frecvenţe (MHz) în dB					
	3,5	7	14	28	50	144
Linie bifilară de 600 Ω	0,03	0,05	0,07	0,1	0,13	0,25
Coaxial izolat prin aer	0,2	0,28	0,42	0,55	0,7	1,4
Coaxial 75 Ω izolat continuu	0,27	0,41	0,61	0,92	1,3	2,4
Linie bifilară de 300 Ω	0,18	0,3	0,5	0,84	1,3	2,8
Linie bifilară de 150 Ω	0,2	0,35	0,6	1	1,6	3,5
Linie bifilară de 75 Ω	0,37	0,64	1,1	1,9	3,0	6,8

Din tabel rezultă că cele mai mici pierderi le prezintă linia bifilară de 600 Ω impedanţă, iar cele mai mari, liniile bifilare de construcţie comercială.

Pentru linia bifilară de 600 Ω impedanţă pierderile nu depăşesc 0,03 dB pentru 30 m de linie, respectiv, 0,02 dB pentru 20 m.



Undele staționare multiplică de două ori aceste pierderi, ceea ce dă pierderi totale de 0,04 dB, care sînt neglijabile. Să luăm cazul antenei Zeppelin, alimentată prin linie cu unde progresive. Pe banda de 3,5 MHz antena necesită o linie de alimentare de 20 m. Coeficientul de unde staționare este circa 4 (2 400/600) și pierderile le obținem multiplicînd cu 0,5 K, respectiv sînt egale cu 2, pierderi pe care le putem neglija în cazul funcționării antenei pe mai multe benzi. Așa se explică folosirea liniilor de alimentare în unde staționare în cazul funcționării antenei multiband, cînd practic nu putem realiza funcționarea numai în unde progresive pe toate benzile.

La antena Levy coeficientul K este aproximativ 9 pe fundamentală, iar pierderile sînt multiplicate prin 4,5, rămînînd totuși foarte reduse.

Ce se va întîmpla însă dacă vom alimenta o antenă rotativă cu trei elemente pentru 28 MHz, cu 20 m, dintr-o asemenea linie de alimentare ? Rezistența de radiație fiind vecină cu 10 ohmi, coeficientul K va fi (600 : 10) egal cu 60, iar pierderile vor fi multiplicate cu 30. Aceste pierderi fiind de 0,1 dB pe 28 MHz pentru 30 m de linie, ele vor deveni :

$$0{,}1 \times \frac{20}{30} \times 30 = 2 \text{ dB.}$$

Vom pierde deci energie egală cu o treime din cîștigul antenei.

Dacă vom înlocui cei 20 m linie cu 20 m cablu coaxial cu impedanța 75 Ω, K va fi (75 : 10) = 7,5, pierderile vor fi multiplicate cu 3,75, devenind :

$$0{,}92 \times \frac{20}{30} \times 3{,}75 = 2{,}3 \text{ dB.}$$

Sînt deci superioare cazului liniei de alimentare de 600 Ω.

În cazul cînd vom folosi însă un sistem de adaptare, situația se schimbă radical.

De exemplu : adaptarea unei linii de alimentare de 600 Ω printr-un sistem în sfert de lungime de undă din cablu coaxial de 75 Ω la o antenă cu două elemente. În acest caz K are valoarea 5 (75/15), iar pierderile se multiplică cu 2,5. Un sfert de lungime de undă pe 28 MHz are circa 2,5 m lungime. Pierderile pe care le provoacă sistemul de adaptare sînt :

$$0{,}92 \times \frac{2{,}5}{30} \times 2{,}5 = 0{,}2 \text{ dB.}$$

La ieșirea sistemului de adaptare în λ/4 impedanța este în jurul a 600 Ω, ceea ce permite conectarea cu linia de 600 Ω și funcționarea acesteia în unde progresive.

Din acest exemplu putem vedea ce importanță are adaptarea impedanței între linia de alimentare și antenă, și cît de mari pot deveni pierderile provocate de apariția undelor staționare.

Mai pot apare unde staționare și prin dimensionarea greșită a antenei propriu-zise, dar acest caz poate fi evitat printr-un calcul și o realizare atentă a acesteia.



Măsurări pentru acordarea și reglarea antenelor și liniilor de alimentare

Antena constituind elementul de legătură dintre radioemițător sau radioreceptor și mediul de propagare a undelor electromagnetice, este necesară o cît mai bună acordare a acesteia și o adaptare corectă a impedanței sale cu a liniei de alimentare.

Punerea la punct a antenelor și a liniilor de alimentare poate fi realizată folosind aparatură specifică, relativ simplă, cu care vom efectua măsurările și reglajele necesare.

În acest capitol sînt descrise mijloacele practice cu care putem efectua aceste măsurări și reglaje, cum ar fi: tăierea unei linii în jumătate sau sfert de lungime de undă, la lungimea exactă, dintr-un cablu coaxial sau linie bifilară al cărui factor de viteză nu este cunoscut, determinarea impedanței caracteristice a unei linii de transmisie, controlul frecvenței de rezonanță și al impedanței unei antene, măsurări de cîmp electromagnetic, curenți și tensiuni în diferite puncte ale liniilor de transmisie etc.

Măsurări de curent

Pentru determinarea valorii curentului în linia de alimentare vom folosi ampermetre termice sau ampermetre obișnuite, prevăzute cu termocuplu. În lipsa acestora, vom folosi beculețe de voltaj și amperaj redus (1,5 V/0,3—0,5 A), conectate în paralel cu conductorul liniei (fig. 291), între două puncte AB, între care beculețul se aprinde suficient.

Putem folosi și sistemul montării becului în serie cu conductorul prin întreruperea acestuia, dar în acest caz acordul sau reglajul făcut se modifică în momentul scurtcircuitării beculețului. Putem, de asemenea, folosi un undametru cu absorbție, ca cel prezentat în fig. 292, așezat cu bobinajul în apropierea conductorului.

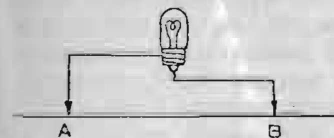


FIG. 291



FIG. 292

Măsurări de tensiune

Se pot efectua cel mai simplu folosind becuri sau tubulețe de neon apropiate de punctele în care dorim să cunoaștem evoluția tensiunii.

Putem folosi, de asemenea, un indicator de noduri de tensiune de genul celui descris în fig. 293. El se compune dintr-o diodă cu germaniu D, un condensator de 1 000—4 000 pF și un microampermetru de 0—100 microamperi.

Să presupunem că o porțiune de linie trebuie tăiată în sfert de lungime de undă. Circuitul indicator se conectează la unul din capetele liniei (N și N') împreună cu o bobină de cîteva spire, care permite cuplajul cu un generator de radiofrecvență de mică putere sau cu un grid-dip-metru (fig. 293).

Schimbînd frecvența acestuia din urmă, cele două noduri de tensiune se deplasează pe linie și coincid cu punctele N, N' în momentul în care lungimea acesteia reprezintă un sfert de lungime de undă.

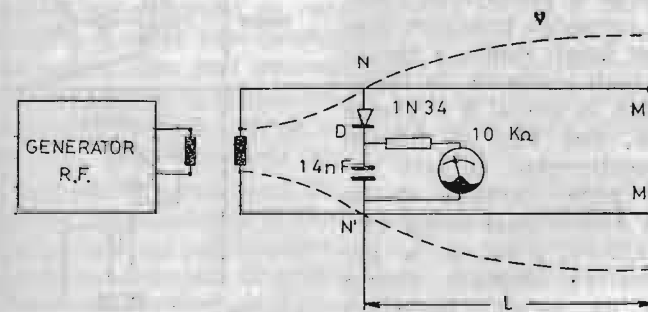


FIG. 293



În acest moment, tensiunea între punctele N și N' este nulă și acul miliampermetrului ajunge la zero. Cum însă același rezultat îl putem obține și pentru multipli impari de λ/4, vom avea grijă să căutăm cea mai mare lungime de undă pentru care miliampermetrul indică zero. Poziția nodurilor de tensiune N, N' este determinată pornind de la repartiția undelor staționare ce încep în MM'.

Pentru acordul unei linii în λ/4 prin această metodă, vom decupa progresiv din extremitatea cablului sau liniei în MM', pînă în momentul în care ajungem la lungimea ce reprezintă λ/4.

În același mod putem determina factorul de viteză al unei linii de transmisie. Măsurînd frecvența F în MHz sau lungimea de undă în metri, pentru rezonanța în λ/4 a liniei cu lungimea fizică L în metri, vom avea:

Factorul de viteză = L·F/75 sau 4 L/λ.

Măsurînd la capetele unei antene Levy, a cărei lungime nu este cunoscută, determinăm în același mod frecvența pentru care cele două ramuri ale antenei intră în rezonanță în λ/4 și vom avea lungimea totală a unei ramuri = 71,5/F.

Un impedanțmetru de antenă

Adăugînd cîteva piese instrumentului descris mai înainte vom obține un impendațmetru de antenă, a cărui schemă este prezentată în fig. 294. Condensatoarele C au o valoare în jurul a 4 000 pF, iar instrumentul de măsurat 100 sau 50 microamperi.

Potențiometrul P, de 1 kΩ, cu cărbune, trebuie să se găsească depărtat de cutia metalică, fiind montat pe o plachetă de plexiglas și comandat printr-un prelungitor izolat. Pentru a reduce și mai mult pierderile de radiofrecvență, în special la frecvențe ridicate, este bine să folosim un potențiometru la care suportul pistei rezistive să fie format dintr-o piesă izolată turnată, subțire, și nu ca la potențiometrele obișnuite, dintr-o bucată de carton bachelizat prinsă de o placă metalică. O

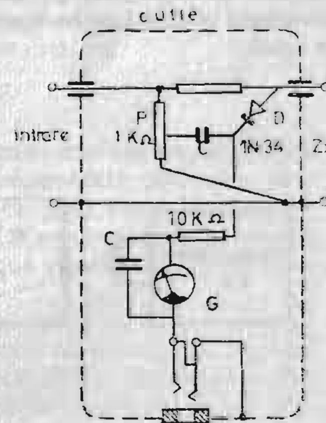


FIG. 294

bobină de cîteva spire, conectată la bornele de intare ale impedanțmetrului și cuplată cu un generator de radiofrecvență, ne permite etalonarea cadranului la potențiometru. Conectînd în Zx rezistențe din cărbune neinductive de valori cunoscute și determinînd de fiecare dată echilibrul punții, indicat prin coborîrea la zero a acului instrumentului, etalonăm cu ușurință cadranul de la 5 la 1 000 ohmi.

Cînd cursorul se găsește aproape de zero, comportarea este asemănătoare cu a indicatorului de noduri de tensiune din fig. 293.

Pe de altă parte, conectînd bornele Zx la centrul unei antene dipol, putem determina frecvența de rezonanță în λ/2 a acesteia, schimbînd frecvența generatorului de radiofrecvență pînă obținem minimum de deviație la acul instrumentului. Putem avea chiar mai multe minime, ca urmare a rezonanței succesive a antenei pe mai multe frecvențe, dar vom lua în considerare frecvența cea mai joasă la care obținem un minim (fundamentala).

După aceea vom găsi un alt minim, foarte aproape de zero, învîrtind butonul potențiometrului, pe cadranul căruia vom citi valoarea impedanței antenei.

În cazul cînd este dificil să ne cuplăm la centrul antenei, vom face legătura între aceasta și bornele Zx prin intermediul unei linii în semiundă, tăiată pentru frecvența de lucru a antenei.

Impedanțmetrul descris se comportă foarte bine pe unde decametrice și poate da indicații bune și în undele metrice (sub 30 MHz), în cazul cînd este realizat cu grijă, așa cum s-a arătat mai înainte.

Pentru a măsura impedanța caracteristică a unui cablu, conectăm la bornele Zx o bucată din acesta, cu o lungime aleasă astfel încît să lucrăm la o frecvență nu prea mare, de exemplu 1 m sau 1,5 m de cablu, care va corespunde, ținînd seama de factorul de viteză, la o lungime de undă de 5 pînă la 10 m. Schimbînd apoi frecvența generatorului de radiofrecvență (cuplat la bobina conectată la intrarea impedanțmetrului), căutăm frecvența cea mai joasă pentru care acul instrumentului indică un minim.

Apoi conectăm la capătul liber al liniei sau cablului o rezistență din cărbune, neinductivă, de o valoare aproximativ de două ori mai mare decît impedanța presupusă a liniei.

Acul instrumentului urcă din nou și îl aducem iarăși la minim, învîrtind potențiometrul P. Presupunînd că Z_e reprezintă valoarea citită pe cadranul potențiometrului și Z_r este valoarea rezistenței de cărbune conectată la capătul liniei, impedanța caracteristică Z_0 este dată de formula $Z_0 = Z_e \cdot Z_r$.

Un generator de radiofrecvență

Este vorba de un generator de radiofrecvență de putere mică, ușor de etalonat, folosind așa-numitele fire Lecher și un miliampermetru de 5 mA, conectat în punctul X pe schemă, ca indicator de rezonanță (fig. 295).

Condensatoarele ajustabile de 30 pF sînt cu dielectric mică. Ele se reglează cît mai egal posibil, astfel încît un beculeț conectat la o spiră cuplată la bobina L se aprinde bine.

Cu bobina L, formată dintr-o spiră de 30 mm diametru din conductor cu diametrul 1,2 mm, generatorul va lucra pe frecvențe de la 140 MHz la 220 MHz.

Mărind numărul de spire al bobinei, care va avea permanent o priză mediană, frecvența de lucru scade. Pentru un bobinaj cu două spire de 22 mm diametru, gama de frecvențe va fi cuprinsă între 100 MHz și 160 MHz, iar pentru 16 spire de 36 mm diametru, între 12 MHz și 17 MHz.

În cursul măsurărilor efectuate, cuplînd generatorul la o antenă, nu trebuie să neglijăm că în pofida puterii reduse a acestuia pot avea loc radiații parazite, care ar putea deranja radioreceptoarele din apropiere.

Să ne reamintim că firele Lecher sînt formate din două conductoare neizolate întinse paralel, distanțate cu 5 pînă la 6 cm unul de altul, într-o cameră mai spațioasă, unde dispunem de o distanță apropiată de o lungime de undă pentru frecvența la care vrem să facem măsurarea (fig. 296).

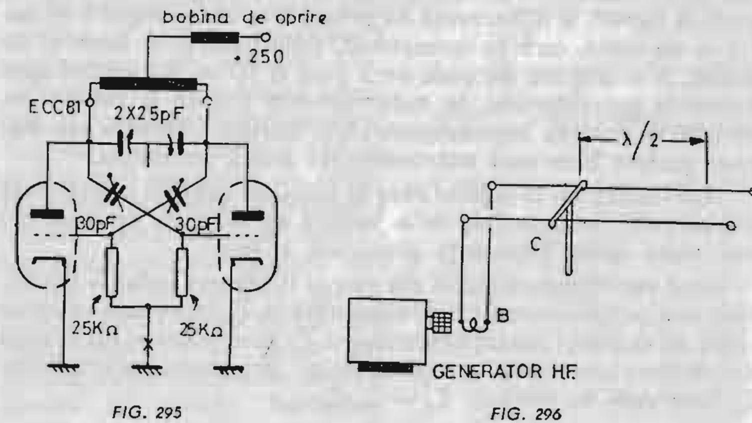


FIG. 295

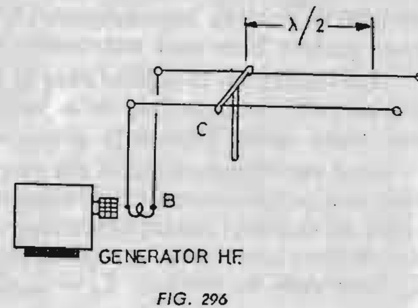


FIG. 296

La una din extremitățile liniei conectăm o buclă sau o bobină din cîteva spire, cuplată la generator.

O bară metalică prevăzută cu un mîner izolant poate fi deplasată de-a lungul liniei, în timp ce observăm miliampermetrul conectat în punctul X la generator.

Pentru anumite poziții ale lui C vom observa unele reduceri ale intensității. Măsurînd cu ajutorul unui metru distanța exactă între două din aceste puncte consecutive și înmulțind cu 2 valoarea rezultată, vom obține lungimea de undă a oscilației.

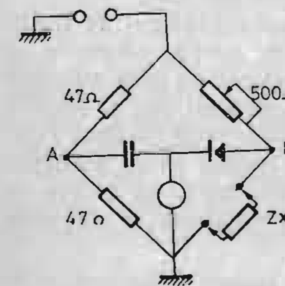
Cuplajul între generator și bucla B va fi astfel reglat, ca miliampermetrul să nu arate scăderi prea mari care pot influența precizia măsurărilor.

Măsurarea rezistenței de radiație a unei antene

Impendanțmetru cu generator de zgomot

Pentru a măsura impedanța unei antene trebuie să dispunem de o punte de măsurat și un generator de putere mică, cum ar fi un VFO slab, cuplat cu antena prin intermediul unei punți de măsurat în care antena constituie elementul necunoscut Zx. Condiția de echilibru a punții este realizată cînd valoarea potențiometrului P este egală cu Zx. Cînd această valoare este pur rezistivă, microampermetrul va arăta zero, deoarece între A și B nu va circula nici un curent (fig. 297).

Pe scara gradată a potențiometrului vom citi impedanța antenei la frecvența semnalului ce se aplică.



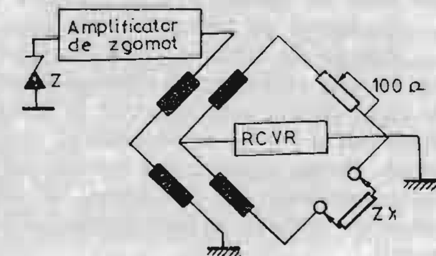


FIG. 297

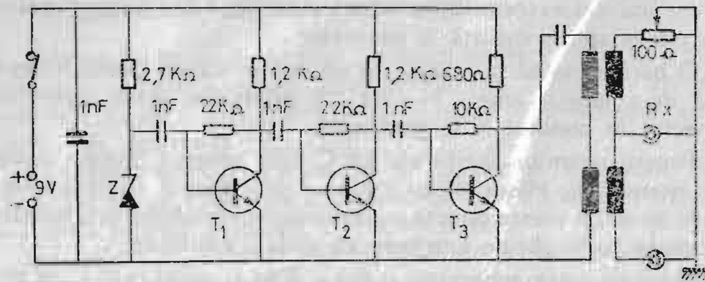


FIG. 298

Impedanțmetrul cu generator de zgomot prezentat în fig. 298 poate servi la efectuarea de asemenea măsurări și a altora. El nu solicită nici generator de radiofrecvență, nici aparat de măsurat și funcționează cu o precizie maximă pînă la 100 MHz și cu o precizie redusă pînă la 150 MHz pentru o gamă de la 0 la 100 ohmi. Cu ajutorul său putem pune la punct antenele, frecvența lor de lucru și adaptarea precisă, fără a folosi aparatură costisitoare. Este format dintr-un generator de radiofrecvență încorporat, o punte și un circuit de măsurat.

Generatorul este aperiodic și nu cuprinde nici un circuit oscilant. El se limitează la o diodă generatoare de zgomot, urmată de un amplificator de bandă largă compus din trei etaje cu tranzistoare. Toate diodele Zener au această proprietate, dioda utilizată în montaj fiind de un tip special, care produce un nivel ridicat de zgomot pe un spectru larg de frecvențe. Cele trei tranzistoare din amplificator, de tip 2N3563, au un factor de amplificare ridicat într-o bandă largă de frecvențe, pînă în jurul a 100 MHz, rezultînd un nivel de zgomot practic constant în tot spectrul.

Ca aparat de măsurare vom folosi radioreceptorul de trafic.

Puntea de măsurat, spre deosebire de punțile obișnuite cu rezistențe, este formată dintr-un transformator pe miez magnetic al cărui primar este conectat la ieșirea ultimului etaj al amplificatorului și cuplat cu secundarul, care are o priză mediană riguroasă. Partea superioară a bobinajului se închide pe un potențiometru etalonat, de 100 ohmi, iar cea inferioară, pe antena de măsurat, intrarea radioreceptorului fiind conectată în diagonala punții.

Conectînd radioreceptorul, antena și bateria interioară, vom recepționa pe toată banda un zgomot de nivel superior lui S9, potențiometrul fiind în poziția 50 ohmi. Acordăm radioreceptorul pentru a obține cel mai redus nivel de zgomot sau un minim de indicație la S-metru. În acest moment ne vom găsi pe frecvența de rezonanță. Încercăm prin reglarea potențiometrului să reducem, dacă este posibil, să anulăm zgomotul.

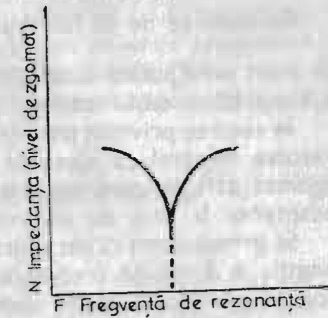


FIG. 299

Reglajul radioreceptorului și poziția potențiometrului ne dau în lectură directă frecvența de rezonanță a antenei și impedanța sa. În fond, o antenă este un circuit oscilant. Impedanța sa este minimă la frecvența de rezonanță și crește rapid de o parte și de alta, cum se vede și în fig. 299.

În acest fel putem deduce în ce sens trebuie să modificăm lungimea antenei și adaptarea sa, ca s-o aducem pe frecvența de rezonanță dorită și la o impedanță egală cu a cablului coaxial sau a liniei de alimentare, pentru a reduce la minimum coeficientul de unde staționare.

Procedînd în același fel putem determina cu precizie lungimea electrică a unui cablu coaxial al cărui factor de viteză nu este cunoscut. Folosind impedanțmetrul cu generator de zgomot și un receptor de unde decametrice vom proceda astfel:

1. Luăm o lungime oarecare de cablu coaxial (minimum 3,5 m, maximum 60 m), îl prevedem la unul din capete cu o fișă coaxială miniaturală pe care o racordăm la punte, iar la celălalt capăt scurtcircuităm inima cablului la cămașa metalică.

2. Conectăm receptorul la priza Rx.

3. Punem potențiometrul în poziția 0 ohmi.

Parcurgem pe scala radioreceptorului toată gama, de la 30 MHz pînă la 16 MHz, și notăm, după lungimea cablului, frecvențele pentru care avem reducere pînă la zero a zgomotului generat de aparat. În cazul mai multor frecvențe cu reducere de zgomot, vom alege frecvența cea mai joasă.

Exemplu: cu o bucată de cablu de 25 m, impedanță 75 ohmi, obținem minime de zgomot pe 3 900 kHz, 7 800 kHz, 11 700 kHz, corespunzînd unei lungimi de undă electrice de 76,92 m, 38,46 m și 25,64 m.

Semiunda frecvenței celei mai joase fiind 76,92 : 2 = 38,46 m, factorul de viteză al cablului este 25 : 38,46 = 0,65.

Formula ce ne dă factorul de viteză este $K = \frac{F(MHz) \times 1(m)}{150}$.

În acest mod putem determina ușor și rapid lungimea de λ/4 sau λ/2 a oricărui cablu coaxial.

În ceea ce privește punerea la punct a antenei, aceasta se poate rezolva integral cu ajutorul impedanțmetrului cu generator de zgomot atît în ceea ce privește frecvența de rezonanță, cît și adaptarea la linia de alimentare.

Să presupunem că am construit o antenă după calculele necesare pentru a lucra pe frecvența dorită, alimentată printr-un cablu coaxial cu impedanța 50 ohmi, pe care am montat-o la înălțime corespunzătoare și bine degajată.

Pentru a obține un rezultat bun, înainte de a conecta linia de alimentare la antenă, vom face determinările respective asupra sa.

Știm că o linie în λ/2 prezintă proprietatea de a reproduce la una din extremitățile sale sarcina rezistivă (impedanța) care este conectată la cealaltă extremitate.

Pentru început vom tăia o lungime de cablu suficientă pentru a face legătura între antenă și radioemițător sau radioreceptor și care să cuprindă una sau mai multe semiunde (λ/2), pentru care vom determina factorul de viteză al cablului.

Verificăm apoi lungimea optimă a cablului, astfel încît o rezistență neinductivă de valoare egală cu impedanța antenei, conectată la unul din capete, să se transmită întocmai la celălalt capăt, unde puntea de măsură trebuie să indice un nivel minim de zgomot pentru aceeași valoare.

Apoi vom înlocui rezistența neinductivă cu antena, conectînd cablul la aceasta, și vom determina la punte noul minim, citind pe radioreceptor noua frecvență, iar prin reglajul potențiometrului, valoarea impedanței. În cazul ideal vom avea aceeași frecvență cu cea dinainte și impedanța egală cu cea calculată. În caz de deviație a frecvenței sau impedanței ne putem da seama cum trebuie să acționăm asupra antenei pentru a o aduce la frecvența dorită.

Rămîne apoi să aducem sistemul de adaptare la o impedanță egală cu a cablului sau liniei de alimentare. Și în acest caz am văzut că putem utiliza puntea de măsurat descrisă.

Vom observa că toate modificările la sistemul de adaptare se traduc printr-o modificare a frecvenței de rezonanță. Întrucît folosind impedanțmetrul, atît frecvența de rezonanță, cît și impedanța pot fi măsurate în permanență, din reglaj în reglaj putem ajunge la frecvența de rezonanță și impedanța dorite.

Cînd aceste două valori dorite sînt atinse, cablul coaxial sau linia de alimentare bifilară lucrează în regim de unde progresive și putem tăia linia de alimentare la lungimea dorită, fără a modifica regimul de funcționare care va prezenta un raport de unde staționare apropiat de 1.

Măsurarea frecvenței de rezonanță a unei antene

Se poate realiza ușor cu ajutorul unui grid-dip-metru. În fig. 300 este dată schema unui grid-dip-metru tranzistorizat compus dintr-un oscilator, la care curentul de repaus este influențat de frecvența de lucru a circuitului sau antenei cuplate la bobinaj.

Cînd circuitul oscilant al aparatului și circuitul de măsurat cuplat la primul sînt în rezonanță, se produce o creștere rapidă foarte ascuțită a curentului din regimul de oscilație normală. Circuitul de măsurat poate fi un circuit oscilant Lc, o linie de rezonanță, o bobină de șoc sau o antenă. Montajul prezentat este echipat cu un tranzistor cu efect de cîmp, a cărui funcționare este asemănătoare cu a tuburilor electronice, fără a prezenta incovenientele acestora.

Tranzistorul de tip 2N 3 819 lucrează într-un oscilator Colpitts cu frecvență variabilă. Orice absorbție de energie din bobina circuitului oscilant provoacă o creștere a curentului de alimentare. Rezistența de 330 ohmi, conectată între sursa de alimentare și masă, pune acest curent în evidență, iar montajul potențiometric permite obținerea unei tensiuni în opoziție pe instrumentul de

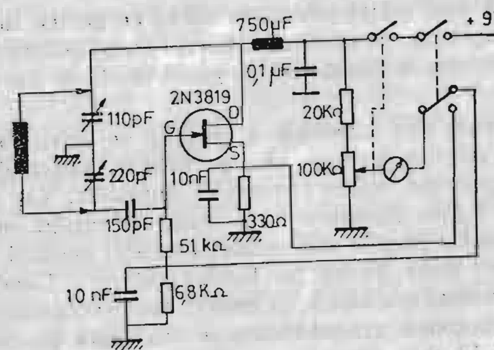


FIG. 300

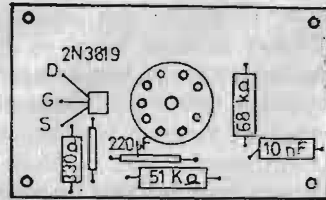


FIG. 301

măsurat, pentru ca acesta să indice numai variațiile de curent cu o sensibilitate maximă.

Pe poziția „oscilator" montajul este conectat la sursa de alimentare de 9 V şi, variind frecvenţa de lucru, determinăm valoarea pentru care are loc deviaţia de curent ce indică momentul în care frecvenţa de lucru a circuitului sau antenei măsurate coincide cu frecvenţa de lucru a oscilatorului. Butonul de acţionare a condensatorului variabil fiind gradat în frecvenţe, putem citi direct această frecvenţă.

În poziţia „diodă" alimentarea este întreruptă şi ne servim de porţiunea bază-emitor pentru detecţia curenţilor ce apar la capetele bobinajului, atunci cînd acesta e cuplat cu un circuit oscilant al unui generator de radiofrecvenţă.

Montajul se realizează pe un circuit imprimat cu dimensiunile 38 × 58 mm, pe care sînt montate majoritatea elementelor componente: tranzistorul FET, rezistenţele şi condensatoarele pe partea superioară, bobinajul de 750 µH, contactele de legătură ale diferitelor elemente pe partea inferioară.

În fig. 301 este arătat planul de cablaj pe partea superioară a circuitului imprimat. Se observă suportul noval pentru bobinajele schimbătoare, care se fixează într-o gaură făcută în placa circuitului imprimat.

Trei picioruşe sînt conectate la un grup de patru conductoare avînd culori diferite (galben, alb, portocaliu, albastru), firul albastru corespunzînd masei circuitului imprimat. Un conductor dezizolat de 1 mm diametru leagă masa circuitului imprimat la contactul lamelor mobile ale condensatorului variabil dublu de 110 + 220 pF, fixat direct pe fundul cutiuţei. Condensatorul variabil este model miniatură, ca pentru radioreceptoare cu tranzistoare, iar bobinele schimbătoare se realizează pe carcase din polistiren de 12 mm diametru cu miezuri magnetice, lipite pe

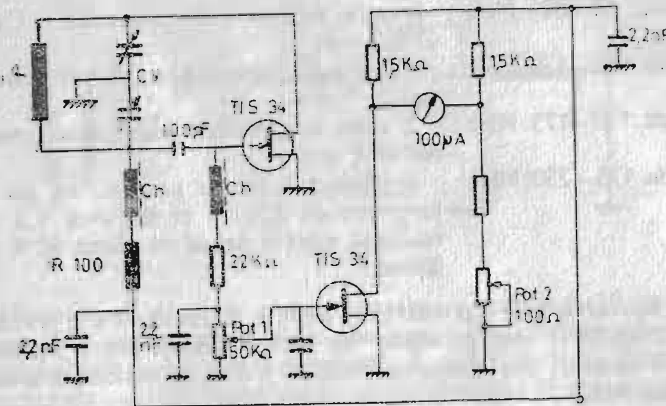


FIG. 302

culoturi noval. Fiecare bobinaj este realizat cu conductor de cupru emailat cu spire adiacente, şi anume:

Banda 1,5—4 MHz: 60 spire, conductor Ø 0,3 mm
Banda 4 —10 MHz: 25 spire, conductor Ø 0,3 mm
Banda 10—25 MHz: 8 spire, conductor Ø 0,5 mm
Banda 25—55 MHz: 4 spire, conductor Ø 1 mm.

Limitele benzilor de lucru se stabilesc prin reglarea miezurilor magnetice.

O altă versiune concepută pentru a lucra în frecvenţe mai mari este prezentată în fig. 302 şi foloseşte un tranzistor cu efect de cîmp Tis 34 într-un montaj Colpitts, urmat de un amplificator de curent continuu, prevăzut cu o punte de măsurat, echilibrată prin potenţiometrul de 100 ohmi.

Dezechilibrul curentului la etajul oscilator, ca urmare a coincidenţei de frecvenţă dintre circuitul de măsurat şi circuitul aparatului, determină dezechilibrul punţii, determinînd indicaţii la instrumentul de măsurat.

Bobinele de şoc Ch sînt construite din 50 spire din conductor subţire, de 0,10 mm diametru, cupru-email, pe un bastonaş de ferită, iar condensatorul variabil este de tipul 2 × 60 pF.

Bobinele schimbătoare se realizează pe carcase de polistiren cu diametrul 12 mm, prevăzute cu miezuri de ferită, şi anume:

Banda 30—50 MHz: 21 spire adiacente, conductor CuEm Ø0,3 mm

Banda 50—80 MHz : 7 spire adiacente, conductor CuEm Ø 0,5 mm
Banda 80—130 MHz : 4 spire lungime bobinaj, 8 mm conductor Ø 1 mm
Banda 130—175 MHz : 2 spire lungime bobinaj, 6 mm conductor Ø 1 mm
Banda 175—250 MHz : o buclă sub forma unui ac de păr cu lungimea de 2,5 cm și lărgimea 1,5 cm, realizată dintr-o bandă de alamă de 4 mm lățime.

Etalonarea grid-dip-metrelor trebuie făcută cu mare precizie, fie cu ajutorul unui generator de radiofrecvență precis etalonat, fie cu ajutorul unui radioreceptor de trafic, cu etalonare precisă și detaliată.

Grid-dip-ul poate fi utilizat pentru măsurarea inductanțelor și capacităților, reglajul circuitelor, liniilor de alimentare și antenelor.

Elementele de măsurat se cuplează printr-o buclă cu bobinajul grid-dip-ului.

Măsurarea cîmpului electromagnetic și a raportului față/spate

Se realizează cu ajutorul unui măsurător de cîmp, cum este cel prezentat în fig. 303, care cuprinde un dipol acordat pe frecvența dorită, completat cu un circuit de măsurat cu o diodă detectoare și un microampermetru.

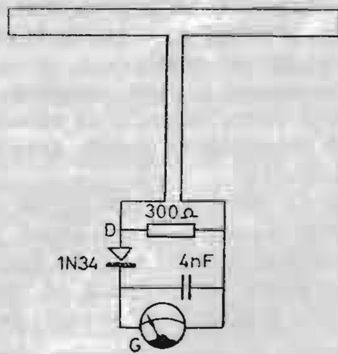


FIG. 303

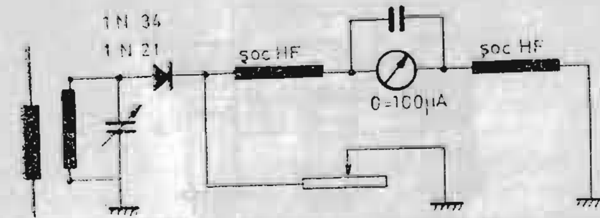


FIG. 304

Măsurătorul de cîmp trebuie instalat la minimum 10 lungimi de undă de antena emițătoare. Cu ajutorul lui determinăm intensitatea cîmpului electromagnetic și, prin rotirea antenelor direcționale cu 180°, intensitatea cîmpului radiat în spate, permițîndu-ne astfel să determinăm raportul față/spate.

În fig. 304 este prezentată schema unui măsurător de cîmp simplu.

Sensibilitatea sa este determinată de antena conectată. Pentru a evita arderea punctului de contact al diodei detectoare, vom acorda încet circuitul oscilant și dacă vedem că acul instrumentului deviază brusc spre maximum, slăbim cuplajul cu antena, pentru a evita arderea diodei. Eventual, vom reduce dimensiunile antenei.

Cu cît măsurările se fac la distanță mai mare de radioemițător, cu atît ele sînt mai reale.

Schema din fig. 305 reprezintă un măsurător de cîmp foarte sensibil. Este vorba de un circuit oscilant (CV—L_1) cu o stabilitate deosebită. CV este un condensator variabil de 75 pF cu izolament aer.

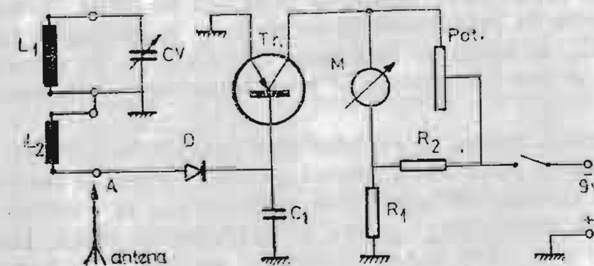


FIG. 305

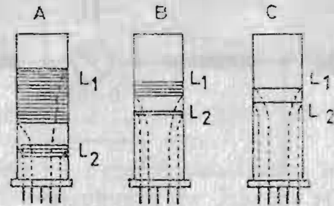


FIG. 306

Bobina L_1 se realizează în trei versiuni, pe carcase de polistiren de 14 mm diametru, folosind conductor din cupru emailat cu diametrul 0,3 mm şi este formată din spire adiacente. Bobina L_2 se realizează pe aceeaşi carcasă, la 3 mm distanţă de L_1.

Fiecare bobină se realizează ca în fig. 306, pe un culot noval, care permite introducerea bobinelor la alegere într-un soclu noval montat pe cutia aparatului, numărul de spire fiind indicat în tabelul 25.

TABELUL 25

Bobina	Gama de frecvenţe	Număr spire L_1	Număr spire L_2
A	5–16 MHz	30	5
B	16–50 MHz	7	2
C	48–160 MHz	1	1

Cu cele 3 bobine pot fi acoperite frecvenţele de la 3 la 160 MHz.

Circuitul de măsurat este independent de circuitul oscilant la care este cuplat slab. Tensiunea detectată de dioda D, separată de resturile de radiofrecvenţă ce se scurg la masă prin condensatorul C_1, se aplică pe baza unui tranzistor Tr, în circuitul de colector al acestuia găsindu-se microampermetrul M montat în punte.

În repaus, puntea se reglează prin potenţiometrul Pot, astfel încît să indice zero. În momentul apariţiei curentului detectat de la diodă, curentul de colector al tranzistorului se modifică, ceea ce duce la dezechilibrul punţii, şi instrumentul indică. Datorită cuplajului slab între bobina circuitului oscilant L_1 şi bobina de detecţie L_2, acordul se poate face cu precizie pe frecvenţa de lucru.

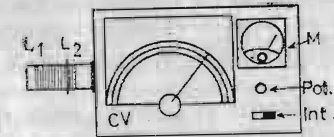


FIG. 307

Etalonarea aparatului se face cu ajutorul unui generator de radiofrecvenţă foarte stabil şi precis etalonat.

Dispoziţia practică a elementelor pe cutia aparatului se vede în fig. 307.

Un controlor de unde reflectate

Reglajele de adaptare a impedanţei de alimentare cu impedanţa liniei se pot face asigurînd cel mai mic coeficient de unde reflectate. Determinarea acestui coeficient se poate face cu ajutorul măsurătorului de unde reflectate, a cărui schemă este prezentată în fig. 308.

Montajul este închis într-o cutie metalică cu conexiuni cît mai scurte între bornele „intrare" şi „ieşire", rezistenţele R, R_1 şi R_2 şi diodele detectoare D_1 şi D_2. Rezistenţa R trebuie să fie din cărbune, neinductivă, şi de o valoare egală cu impedanţa caracteristică a liniei în care face măsurarea.

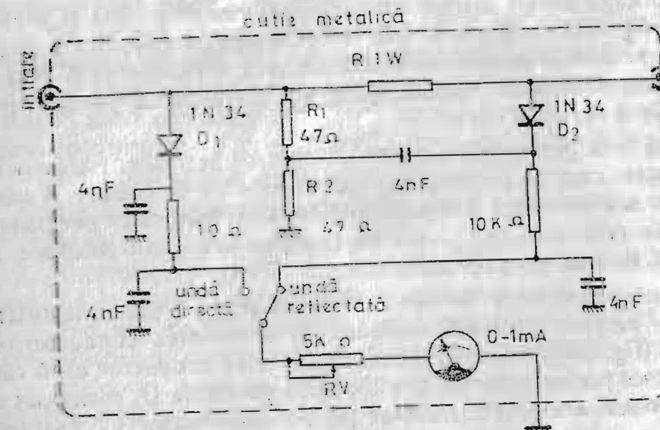


FIG. 308

În poziția „undă directă" a comutatorului, detectorul D_1 redresează tensiunea de intrare și reglăm rezistența variabilă RV astfel încît acul miliampermetrului să ajungă la maxim, adică la 1 mA.

Trecînd cu comutatorul în poziția „undă reflectată", vedem că din punct de vedere al tensiunii de intrare circuitul se prezintă ca o punte echilibrată, deoarece rezistența R este egală cu impedanța caracteristică a liniei și nu se aplică nici o tensiune la detectorul R_2, respectiv instrumentului.

Pentru o tensiune inversă ce intră prin borna „ieșire", circuitul nu se mai prezintă ca o punte echilibrată și acul miliampermetrului indică tensiunea de radiofrecvență reflectată.

Reglajul făcut anterior asupra lui RV nefiind modificat, miliampermetrul măsurînd 100%, unda directă deviind la 1 mA, putem obține pe poziția „undă reflectată" direct procentul de unde staționare, deoarece o deviație de 0,3 mA, de exemplu, este echivalentă cu circa 30% din 1 mA.

Prin reglarea unui dispozitiv de adaptare a impedanțelor, instalat între antenă și linie, putem obține un coeficient de unde staționare cît mai mic, teoretic pînă la zero, dar practic este numai apropiat de acesta.

Aparatul se montează în linia de alimentare a antenei, către radioemițător.

Controlul permanent al undelor reflectate

Montajul folosit pentru controlul undelor reflectate și prezentat în fig. 308 nu poate fi folosit decît pentru măsurări la puteri foarte reduse și pe durată scurtă, deoarece rezistența R trebuie să fie de dimensiuni reduse, pentru a nu provoca pierderi prin radiație a radiofrecvenței.

Este însă preferabil să avem un control permanent al undelor reflectate, ceea ce permite reglajul sistemelor de cuplare și adaptare de la o frecvență la alta. Realizarea unui măsurător permanent de unde reflectate se bazează pe cuplarea unei linii auxiliare de măsură la linia propriu-zisă.

Să presupunem că într-un cablu coaxial, pe o porțiune relativ scurtă, curățim învelișul cablului. În apropierea conductorului central (fig. 309) întindem o bucată scurtă de conductor *a—b* care în punctul *p* este conectat la o diodă cu germaniu D, continuat cu un microampermetru G, șuntat pe un condensator C. Extremitatea *b* a conductorului este conectată la masă prin rezistența R

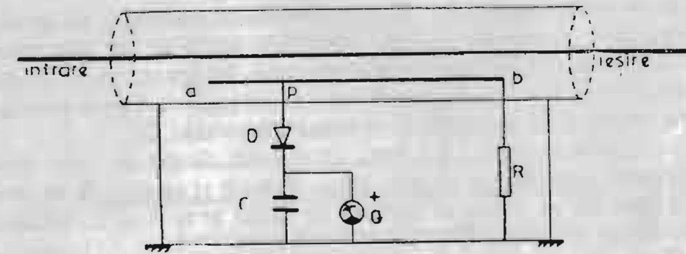


FIG. 309

Să ne reamintim că în cazul unei linii cu unde progresive, sinusoidele reprezentînd tensiunea și intensitatea curentului de radiofrecvență se deplasează împreună și în fază de-a lungul liniei.

Să urmărim comportarea circuitului din fig. 309 în prezența curentului de radiofrecvență.

1. Cazul unui curent de radiofrecvență circulînd de la intrarea la ieșirea dispozitivului. Lungimea firului *a—b* fiind redusă față de lungimea de undă a curentului de radiofrecvență măsurat, trecerea fiecărui ciclu al curentului de radiofrecvență face să crească și să scadă tensiunea în acest fir.

Alternanța pozitivă a curentului de radiofrecvență va determina:

— O transmisie de energie prin capacitatea dintre conductorul central al cablului și conductorul *a—b*, iar un curent trece din punctul *p* prin dioda D la masă;

— Pe de altă parte, curentul venind de la intrare la ieșirea conductorului central, sub efectul alternanței pozitive va determina, conform legii lui Lenz, un curent indus de sens invers nu numai în acest conductor, dar și în conductorul *a—b*, acesta circulînd în sensul *b—p* prin dioda D, circuitul închizîndu-se prin microampermetrul G la masă.

Aceste două acțiuni se cumulează, făcînd să devieze acul instrumentului.

2. Alternanța negativă a curentului de radiofrecvență, cu sensul de la intrare către ieșire, va determina:

— Prin acțiune electrostatică, un curent din direcția diodei D către punctul *p*, curent care va fi blocat de dioda D.

— Curentul indus va tinde de această dată să prelungească curentul inductor în sensul *p—b*, dar și acesta va fi blocat de dioda D.



3. În cazul curentului de radiofrecvență reflectat, ce intră în aparat prin borna de ieșire, alternanța pozitivă va determina:

— Din punct de vedere electrostatic va apare, ca și în cazul undei directe de radiofrecvență, un curent cu sensul de la punctul *p* către masă, prin dioda D și microampermetrul G.

— Conform legii lui Lenz, un curent dirijat în sens invers curentului inductor se va găsi indus în *a—b* și va circula în sensul *p—b*, dar nu va putea să închidă circuitul prin R și G, deoarece este blocat de dioda D.

Dacă prin construcția aparatului cele două tensiuni apărute astfel sînt egale, opoziția lor va anula trecerea curentului prin dioda D și microampermetrul G.

4. Ultimul caz analizat este cel al alternanței negative a unui curent reflectat, unde vom avea:

— Acțiunea electrostatică tinde să creeze un curent cu sensul din G către *p*, dar va fi blocat de dioda D.

— Inducția va da naștere unui curent pornind din punctul *b* către *p*, D etc. Dar și în acest caz caracteristicile aparatului vor permite o egalizare a acestor tensiuni și anularea lor reciprocă.

Prin cele patru cazuri analizate putem înțelege că atunci cînd e vorba de acest dispozitiv, singură alternanța pozitivă a curentului de radiofrecvență circulînd din direcția intrare-ieșire (unda directă) va devia acul microampermetrului.

Reanalizînd schema din fig. 309, vedem că prin adăugarea în vecinătatea conductorului coaxial a unei a doua linii asemănătoare lui *a—b*, dar orientată de această dată în sens invers, obținem schema din fig. 310.

Procesele fiind aceleași, vom obține pentru prima linie devia-ția microampermetrului numai pentru alternanța pozitivă a undei directe, iar pentru cea de a doua, numai pentru alternanța pozitivă a undei reflectate.

Segmentul de linie coaxială deschisă, care să permită introducerea liniilor suplimentare, se realizează ca în fig. 311 și este compus dintr-un profil în U de 16 × 16 mm, lung de 175 mm, în interiorul căruia, cu ajutorul unor mici blocuri de polistiren perforate central, fixăm conductorul axial A cu diametrul 6 mm și lungimea 145 mm.

Liniile auxiliare din conductor, cu diametrul 1,6 mm, au lungimea 100 mm și prizele *p* și *p'* se găsesc fiecare la 16 mm de extremitățile *a* și *a'*. Alegerea rezistențelor R din cărbune depinde de impedanța caracteristică a liniei pe care facem măsurările. Vom

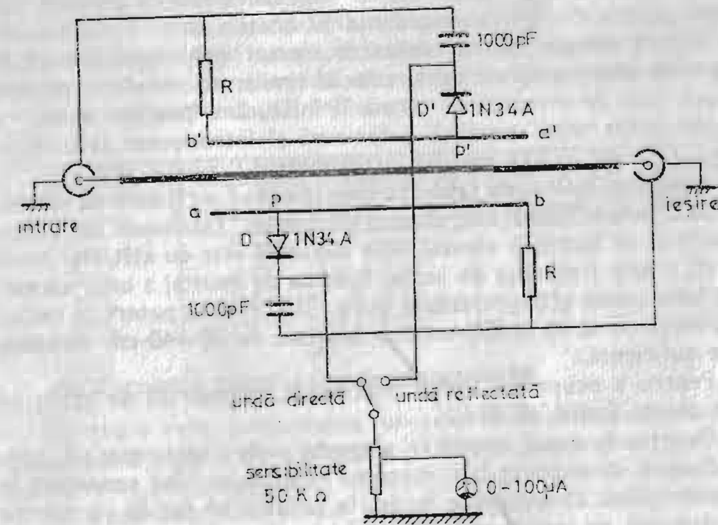


FIG. 310

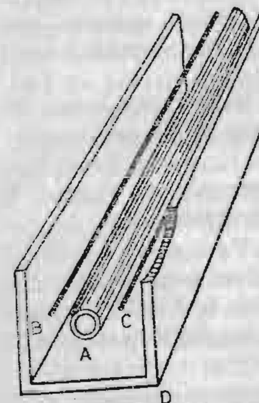


FIG. 311

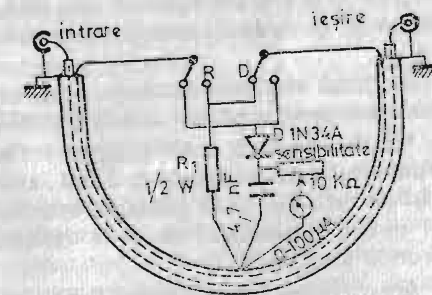


FIG. 312

folosi 100 ohmi pentru cabluri cu impedanța 72—75 ohmi și 150 ohmi pentru cabluri cu impedanța 52 ohmi.

O altă soluție pentru realizarea acestui instrument constă în folosirea unei bucăți de cablu coaxial similar cu cel din care este făcută linia de alimentare, căruia îi înlăturăm învelișul exterior, lărgim puțin tresa metalică exterioară și introducem sub ea un conductor din cupru emailat cu diametrul 0,3—0,8 mm.

Lungimea bucății de cablu nu este critică. Cu cît este mai mare, cu atît sensibilitatea instrumentului crește. Tensiunea de radiofrecvență ce apare în această linie auxiliară este cu atît mai mare cu cît crește frecvența de lucru. Schema de montaj a unui asemenea instrument este prezentată în fig. 312. Pentru puteri de radiofrecvență de la 10 la 200 wați, o lungime de 30—40 cm de cablu este suficientă.

Pentru a ocupa un spațiu mai redus, segmentul de cablu se dispune în formă de U.

Punerea la punct constă în alegerea valorii rezistenței R pornind de la 30 ohmi în sus. Intrarea montajului fiind conectată la radioemițător, conectăm la ieșire, în paralel, un lot de rezistențe cu cărbune, de minimum 2 W, astfel încît rezistența rezultată să fie egală cu impedanța caracteristică a liniei utilizate.

Acul indicator al instrumentului este adus la zero, cu comutatorul pe poziția „undă directă" (prin reglarea rezistenței variabile „sensibilitate").

Trecem comutatorul pe poziția „undă reflectată" și alegem valoarea lui R_1, pentru care instrumentul indică valoarea cea mai mică, valoare valabilă pentru impedanța caracteristică a liniei folosite.

Diferitele aparate descrise dau măsurări dependente numai de tensiunile de radiofrecvență ale undei directe și ale celei reflectate.

În cazul utilizării normale, acul instrumentului va fi adus la maximum pentru poziția „undă directă" a comutatorului.

Trecînd apoi pe poziția „undă reflectată" a acestuia, dacă instrumentul este gradat de la 0 la 1, avem direct lectura coeficientului de reflexie. Dacă gradarea este făcută de la 0 la 100, putem citi direct procentajul de unde reflectate, respectiv procentajul de unde staționare.

Acesta poate fi transformat în raportul de unde staționare ROS grație graficului din fig. 31. De exemplu, un procent de unde staționare de 50% corespunde unui raport de unde staționare ROS de 3/1.

Puterea reflectată putînd fi exprimată prin formula E^2/Z, raportului de unde staționare îi corespunde un coeficient de putere reflectată egal cu pătratul coeficientului de tensiune reflectată.

În tabelul 26 se prezintă cîteva echivalențe între diferitele expresii ale valorii undei reflectate.

TABELUL 26

Procentul de unde staționare	Coeficientul de reflexie în tensiune	Raportul de unde staționare ROS – SWR	Coeficientul de putere reflectată	Procentul de putere reflectată
20%	0,20	1,5	0,04	4%
33%	0,33	2,0	0,11	11%
50%	0,50	3,0	0,25	25%
66%	0,66	5,0	0,44	44%

ROS-metru pentru unde ultrascurte

Pentru a evita perturbarea funcționării liniei coaxiale la frecvențele mari (gama de ultrascurte) trebuie ca tronsonul de cablu ce servește pentru reglarea aparatului să aibă aceeași impedanță.

În acest scop vom realiza această porțiune de cablu dintr-un tub și o tijă din alamă sau cupru, ale căror diametre sînt indicate în fig. 313.

În primul rînd vom alege cutia metalică în care vom realiza montajul, astfel încît să încapă atît tronsonul, cît și instrumentul de măsurat și celelalte piese, fără să se atingă. Odată cutia stabilită, tăiem tubul și tija de alamă sau cupru la lungimea cutiei, respectînd diametrele indicate în fig. 313. Realizăm două orificii dreptunghiulare, în care vom fixa doi suporți izolanți (fig. 313 b). Montăm pe pereții laterali ai cutiei două prize coaxiale. Trecem apoi la realizarea tubului coaxial, cositorind în primul rînd tija de 6 mm diametru la contactele centrale ale prizelor coaxiale și apoi tubul de alamă la contactul exterior al prizelor.

Tăiem două bucăți dreptunghiulare de plexiglas sau material plastic dintr-o riglă de școală de 50 mm lungime, pe care le fixăm deasupra celor două orificii dreptunghiulare. Prin fiecare din ele introducem cîte o buclă din conductor de cupru cu diametrul 1,5 mm, avînd grijă să nu se atingă de tubul metalic. Circuitul de măsurat, care folosește un microampermetru de 100 μA, se conectează la alegere printr-un comutator în A sau în B, și conține și o priză coaxială pentru verificarea modulației, ce se fixează de asemenea pe cutie, lateral (fig. 313 c).

Reglajul îl vom face cu un radioemițător de circa 12 W, pe banda de 144 MHz:

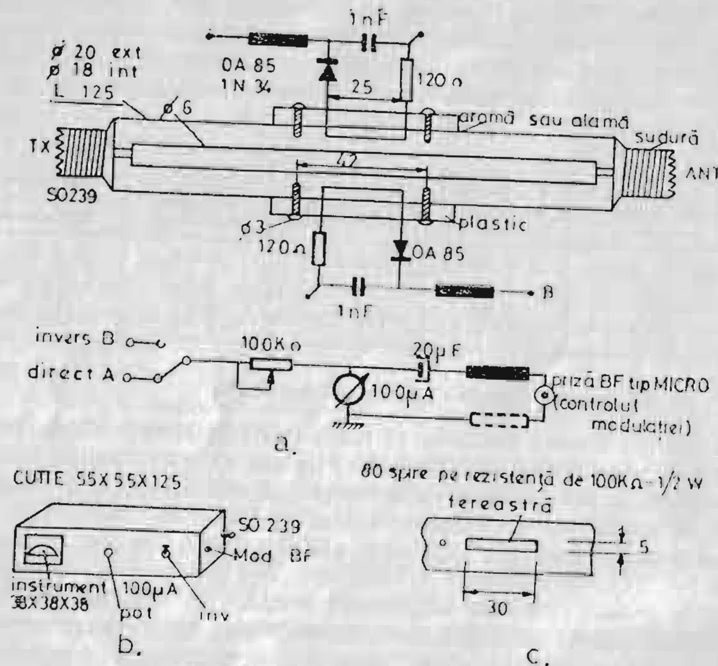


FIG. 313

— Punem comutatorul pe poziția „undă directă" și reglăm potențiometrul pentru a avea o rezervă de sensibilitate pentru puteri mai mici. Conectăm la ieșirea montajului o sarcină artificială de 50 sau 70 ohmi.

— Reglăm bucla circuitului „undă directă" pînă la deviație maximă, fără ca acul instrumentului să ajungă la capăt.

— Punem comutatorul pe poziția „undă reflectată" și inversăm intrarea comutatorului la ieșirea aparatului și antena la intrarea lui. Reglăm cea de a doua buclă pentru deviația maximă a instrumentului, fără a atinge butonul potențiometrului. Imobilizăm apoi cele două bucle din conductor de cupru cu nitrolac.

Cu ajutorul acestui aparat putem regla cuplajul radioemițătoarelor cu antena pentru transferul maxim în antenă.

Să ne reamintim relația din care obținem raportul de unde staționare $ROS = \frac{100 + \text{unda reflectată}}{100 - \text{unda reflectată}}$, înțelegînd prin 100 deviația maximă a instrumentului.

CAPITOLUL XVI

Construcția și instalarea antenelor

Antenele pentru benzile decametrice

În activitatea de radioamator, antenele pentru benzile de 14,21 și 28 MHz, în special cele direcționale, solicită o atenție deosebită. Astfel, dipolul pentru banda de 14 MHz are lungimea de 10 m, ajungînd la 5 m pentru banda de 28 MHz. Mărimea antenelor direcționale cu elemente pasive reprezintă 0,25 pînă la 0,3 λ pentru antenele cu trei elemente.

Necesitatea asigurării unei rezistențe mecanice suficiente la curenții de aer mai mult sau mai puțin violenți ne obligă să fixăm elementele antenei pe un schelet de lemn prin intermediul unor izolatoare robuste.

Pentru realizarea elementelor antenei folosim în mod frecvent metalul, și anume, tuburi de duraluminiu, care este materialul cel mai rigid. Totodată, pentru a evita curbarea elementelor sub greutatea capetelor, vom folosi o „soluție telescopică", plecînd de la tuburi de circa 30 mm în centrul elementelor și continuînd prin introducerea telescopică de segmente succesive, cu diametrul din ce în ce mai mic, pînă la 10—15 mm la extremități.

Ultimele segmente se realizează culisante, pentru a permite acordul precis al elementelor.

Metalele folosite pentru antene

În general, pentru reducerea greutății antenelor cu mai multe elemente folosim duraluminiu, care prezintă o rezistență și rigiditate deosebite la o greutate redusă. În atmosfera cu un conținut mai mare de săruri (în zona litoralului mării), unde duraluminiul poate fi corodat, se va prefera duraluminiu acoperit cu un strat subțire de aluminiu pur.

Pentru toate antenele confecționate din țevi, o problemă de primă importanță este menținerea unui bun contact electric între segmentele de țeavă și, în special, la punctele de conectare a liniei de alimentare. Cum aceste linii (cabluri coaxiale sau linii bifilare) au conductoarele de cupru, dacă pentru contact folosim șuruburi de alamă, vom avea contact între cupru, alamă și duraluminiu. Sub efectul umidității și diferitelor substanțe din vaporii atmosferici, mai mult sau mai puțin acide, se va produce un cuplu galvanic.

Pentru a înțelege fenomenul, să ne aducem aminte de pila lui Volta, formată dintr-o lamă de cupru și una de zinc scufundate în apă acidulată. Făcînd contact între cele două capete, pila debitează curent. Cuplul galvanic se produce la joncțiunea dintre metale diferite, acoperite de un strat pelicular de lichid.

Efectul galvanic este foarte pronunțat între cupru și zinc, fiind prezent la contactul dintre două metale diferite, provocînd fenomenul de coroziune reciprocă. În tabelul 27 sînt arătate tensiunile care se pot măsura la joncțiunea dintre metalele curent întrebuințate, atunci cînd acestea sînt scufundate în apă distilată, precum și polaritățile ce se stabilesc în fiecare caz.

TABELUL 27

Tensiunile în volți între două metale scufundate în apă		Polaritate —							
		Cupru	Alamă	Fier	Aluminiu	Sudură cositor	Zinc	Plumb	Cadmiu
Polaritate +	Cupru	—	0,04	0,78	0,60	0,50	0,98	0,46	0,65
	Alamă	—	—	0,80	0,60	0,50	1,04	0,48	0,64
	Fier	—	—	—	—	—	0,10	—	—
	Aluminiu	—	—	0,20	—	—	0,32	—	0,03
	Sudură cositor	—	—	0,32	0,08	—	0,40	—	0,15
	Zinc	—	—	—	—	—	—	—	—
	Plumb	—	—	0,36	0,01	0,04	0,41	—	0,20
	Cadmiu	—	—	0,14	—	—	0,28	—	—

Astfel, o joncțiune cupru-aluminiu, supusă umidității, determină o tensiune de 0,6 V. În ceea ce privește joncțiunea cupru-duraluminiu, este obligatorie verificarea lor din timp în timp. La antene, punctele de coroziune pot exista :

— La locul de fixare a fiecărui element pe suportul axial, dacă metalele folosite sînt diferite.

— La conexiunea cablului coaxial cu elementul activ al antenei, în același caz. Conexiunile dintre cele două conductoare ale liniei de alimentare și elementul activ pot fi verificate prin măsurări efectuate cu ohmetrul la capătul inferior al liniei de alimentare. Știind că rezistența conductorului central și a tresei metalice, la un cablu coaxial obișnuit cu impedanța 75 ohmi, este de circa 0,1 ohmi/metru, este ușor să deducem ordinul de mărime a rezistenței liniei. Orice valoare superioară indică contacte imperfecte.

Folosirea de tuburi de cupru pentru confecționarea elementului activ ne permite cositorirea directă a celor două conductoare ale liniei, ceea ce elimină inconvenientele arătate mai sus.

Pentru suportul elementelor antenei, formînd axul antenei, vom folosi un profil în U (16 × 25 mm sau 20 × 32 mm) din aliaj de aluminiu. Îl vom monta cu partea plină în sus, pentru a nu forma un loc de acumulare a apei din ploi.

Din tabel vedem că pentru fixarea elementelor antenei din aluminiu este recomandabilă folosirea de șuruburi din fier acoperit cu cadmiu.

Este bine să asigurăm o protecție generală a elementelor antenei fie prin cromaj sau nichelaj, fie prin acoperire cu lacuri acidorezistente.

De asemenea, este bine să închidem extremitățile tuburilor, pentru a evita pătrunderea apei și a umidității. Pentru aceasta, fie că se aplatizează capetele, fie că se astupă cu dopuri metalice sau din material plastic.



Bibliografie

BRAULT R., PIAT R. Les antennes, Paris, 1973.
DOMBROVSKI A. Antene, Editura Energetică de Stat, Bucureşti, 1954.
GILBERT CH. La pratique des antennes, Paris, 1974.
GILBERT CH. Tehnique de l'émission-réception sur ondes courtes, Paris, 1974.
JOHNSON Transmission Tines Networks, McGraw-Hill Book Co, New York.
KING The Theory Linear Antennas, Harvard University Press, Cambridge-Mass.
KRAUS Antennäs McGraw-Hill Book Co, New York.
LAPORT Radio Antenne Engineering, McGraw-Hill Book Co, New York.
NICOLAU ED. Antene, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1964.
ROTHAMMEL K. Anteni, Editura Energhia, Moscova, 1969.
SCHELKUNNOF Antenna Theory and Practice, John Wiley, New York.
SKILLING Electric Transmission Lines, McGraw-Hill Book Co, New York.
ŞERBU C. Antene de radio şi televiziune, Editura Tehnică, Bucureşti, 1966
ULIANOV V. I. Anteni, Sudpromghiz, Moscova, 1957.
VASILESCU I., ZAMFIR C. Antene colective, Editura Tehnică, Bucureşti, 1963.
* * * The Radio Amateur's Hand Book A.R.R.L., New York, 1972.
* * * Antenna Book A.R.R.L., New York, 1973.
Radio REF (periodic) pe anii 1970—1975.
Sovetskoe Radio (periodic) pe anii 1971—1974.
Das DL QTC (periodic) pe anii 1973—1975.

Cuprins



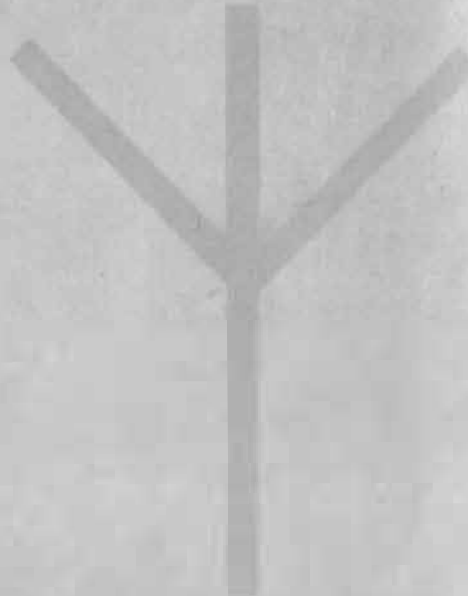
Redactor GHEORGHE DEREVENCU
Tehnoredactor I. PETRE

Bun de tipar 25.I.1977.
Tiraj 23.015+90 S.P.
Coli de tipar 18,5.

Lucrarea executată sub comanda 342
la Întreprinderea Poligrafică OLTENIA.

REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA





Din cuprins



Lei 9,75